

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

ARQUITECTURA DE MADERA EN LAS MISIONES JESUÍTICAS DE CHIQUITOS (BOLIVIA) DEL SIGLO XVIII Y SUS ORÍGENES PREHISPÁNICOS Y EUROPEOS

Wilson Vladimir Rodríguez Trujillo

Director de tesis

Jaume Avellaneda Díaz-Grande

Dr. Arquitecto

**Departamento de Construcciones Arquitectónicas
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Universidad Politécnica de Catalunya
Barcelona, 2010**

CAPITULO TERCERO

LA CONSTRUCCIÓN
PREHISPÁNICA EN MADERA EN
CHIQUITOS Y EN SU ENTORNO AMA
ZÓNICO, ANDINO Y CHAQUEÑO

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es identificar construcciones con pilares de madera que tenían los nativos antes de la llegada de los misioneros jesuitas en la región de chiquitos y también en otras regiones de su entorno, en áreas geográfica amazónica, andina y chaqueña.

A manera de preámbulo se ha empezado con una visión general de las construcciones prehispánicas en las culturas del entorno geográfico de Chiquitos. Este primer análisis más que conseguir un nexo directo con las construcciones de Chiquitos, sin descartar que pudieran haber existido, intenta dar un panorama general de las edificaciones y sus sistemas constructivos, en especial aquellos realizados en madera en este periodo histórico.

Para el primer análisis se ha dividido el entorno de Chiquitos en tres zonas geográficas: Amazónica, de clima cálido y húmedo, ubicado hacia el norte y al este, con culturas de lenguas *arawak* y *tupi*; Gran Chaco de clima seco y cálido, al sur, de donde provienen los pueblos de lengua *chiquita* y mayoritariamente de cultura guaraní; Andina, de clima frío y árido hacia al oeste, de lengua predominantemente *quechua*. Este último al parecer ajeno y distante a las culturas de las tierras bajas y cálidas según las varias corrientes históricas vigentes, ha sido incluido debido al innegable contacto que existió entre los pueblos de ambas culturas en las estribaciones de la cordillera o ceja de selva (Parejas, 1979:55-61; Krekeler, 1992: 150).

En el caso de las culturas andinas se ha tomado referencia de los relatos de cronistas del siglos XVI como Pedro Cieza de León, Felipe Guamán Poma de Ayala y el Inca Garcilazo de la Vega. También han sido de valiosa fuente los libros de arqueólogos como Craig Morris, Jerry Moore y George Squier. Para el estudio de Inkallakta se han tomado de referencia los artículos de Graziano Gasparini y Vincent Lee. La cantidad de ruinas arqueológicas de asentamientos incas y de otras culturas en el área andina, como el interés de investigadores en estas culturas, ayudan a poder identificar más fácilmente las tipologías constructivas prehispánicas

de esta región que llegó abarcar desde Ecuador hasta el norte de Argentina y Chile.

En el caso de las culturas amazónicas se ha tomado de referencia los estudios del geógrafo William Denevan, el etnólogo Erland von Nordenskiöld, que también trabajó con pueblos de la región del Chaco. Otras fuentes más actuales y relacionadas con culturas que perviven con tradiciones ancestrales han sido tomadas en cuenta como la publicación editada por Paul Oliver (1997).

En cuanto la región del Chaco las fuentes utilizadas son los relatos de los misioneros que llegaron a esta región en el siglo XVI y que en parte coinciden con las referencias utilizadas al hablar de Chiquitos.

La segunda parte está relacionada con Chiquitos. Debido a la escasez de estudios arqueológicos sobre el periodo prehispánico y a la inexistencia de ruinas, a causa de la temporalidad de sus edificaciones basadas en recursos vegetales, se ha tenido que partir de las fuentes primarias como crónicas, relatos, cartas y anuas de los primeros jesuitas que llegaron a esta zona. Entre ellas están el memorial escrito por el p. Francisco Burgués el 1702, *“Memorial al Rey N.S. en su Real y Supremo Consejo de las Indias sobre las noticias de las Misiones de los indios llamados Chiquitos y del estado que oy tienen estas, y las de los ríos Paraná y Uruguay, que están a cargo de los Padres de la compañía de Jesús, de la Provincia del Paraguay”*. Luego está la crónica publicada el 1726 por el p. Juan Patricio Fernández, *“Relación historial de las Misiones de los indios Chiquitos que en el Paraguay tiene la Compañía de Jesús”*. Otro importante documento es el escrito por Julián Knogler *“Relato sobre el país y la nación de los Chiquitos en las Indias Occidentales o América del Sud y en las misiones en su territorio”*. Y por último están las cartas de Martin Schmid (1694-1771), donde relata sus vivencias a sus familiares, su estadía en las Misiones de Chiquitos, se ha utilizado la edición publicada por Hoffman el año 1981.

Otra importante fuente a pesar de ser un relato sobre Moxos aunque se verá mas adelante de similares características, es la *“Breve descripción de la*

Provincia de Moxos en el reino del Perú” cuyo autor es P. Francisco Javier Eder.

Es evidente que el interés de estos relatos es resaltar la empresa misionera y la aceptación o aprobación de quienes leerían estos relatos, de todas maneras son los documentos mas antiguos que se tienen sobre la región y de gran valor historiográfico.

También se han utilizado publicaciones mas recientes relativos a la cultura chiquitana, como los libros del antropólogo Jürgen Riester que ha convivido con los actuales chiquitanos, Werner Hoffman que publicó el libro *“Las Misiones Jesuíticas entre los Chiquitanos”*; investigaciones académicas como las publicadas de Bärbel Freyer *“Los “Chiquitanos”*, Birgir Krekeler *“Historia de los Chiquitanos”* y la más reciente de Roberto Tomichá que publicó su tesis doctoral con el nombre *“La primera evangelización en las reducciones de chiquitos Bolivia (1691-1767). Protagonistas y metodología misional.*

Otras publicaciones importantes desde el punto de análisis e interpretaciones de las fuentes primarias están en el libro *“Las Misiones Jesuíticas de Chiquitos”* editada Pedro Querejazu, en el que entre los varios autores de los capítulos, como Alcides Parejas, Ramón Gutiérrez, Hans Roth y Eckarth Kühne se refieren a la cultura chiquitana y a la vivienda indígena.

2. TIPOLOGÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y ARQUITECTURA EN CULTURAS ANDINAS PREHISPÁNICAS

Los asentamientos humanos andinos daban énfasis a grandes espacios descubiertos, las plazas, lugares donde realizaban las actividades religiosas, militares y administrativas.

Las plazas eran sobre todo lugares de interacción humana, en los cuales los conceptos rituales eran expresados y creados por medio de expresiones humanas de comunicación paralingüística, verbal y no verbal. Por lo tanto, las formas de la arquitectura reflejaban estos modos de comunicación desarrollados en estos espacios.

Datos arqueológicos, etnográficos y etnohistóricos proveen las bases para resumir en tres tipologías las plazas andinas (Moore 1996: 789). Se encuentran las plazas centrales, asociadas con el imperio Inca entre los años 1430-1530 d.C. (Fig. 3.1); las plazas encerradas asociadas con el pre-incaico estado de Chimú desde el 900-1470 d.C. en la costa norte del Perú; y las plazas semi-subterráneas de las culturas de la cuenca del lago Titicaca y del sureste de los Andes, como las plazas de la cultura Chiripa entre el 600-100 a.C., las de Pucara del 200 a.C. al 300 d.C. y Tiawanaku del 300-1200 d.C.

Los asentamientos más importantes incas además de Cuzco, fueron los de Písac, Ollantaytambo, Machu Picchu, Vilcasahuaman, Incahuasi, Vilcabamba, Cajamarca, Huánuco Pampa y Tomebamba.

Durante el imperio Inca, la plaza era un elemento que todo asentamiento debía tener, grande, cuadrada, central y donde se realizaban todas las ceremonias. Cuando era plana se llamaba *pampa* y cuando era escalonada *pata*. En el caso de Cuzco, tenía dos plazas de 150x300 m.; la plaza de Tomebamba, en la actualidad Cuenca (Ecuador), era una de las más grandes tenía como dimensiones, 400x500 m.; la plaza de Huanuco Pampa también de tamaño importante tenía 350x500 m.

Otro elemento urbano en el imperio inca, era los *Ushnu*, una estructura de piedras labradas que se elevaban de forma piramidal, en el centro de la



3.1 Plaza de Cuzco
Morris, 1985

plaza y sobre el cual se ubicaba una especie de asiento o trono. En ella se realizaban las ceremonias de sacrificio a los dioses. Entre los más importantes de los que quedan restos se encuentran los de Vilcashuamán y Huánuco Pampa. Este último tenía un *ushnu* de forma aproximada piramidal de 3,5 m. de altura y asientos en dos plataformas bajas. La plataforma principal tenía de base 28x40 m. (Morris 1985: 59). Una rampa ascendía al *ushnu* por su lado sur, flanqueado por dos aberturas en la parte alta del antepecho. Dos figuras de animales, probablemente pumas, estaban localizados en cada lado de las aberturas trapezoidales. Este tipo de esculturas se repetían en doble dinteles en las puertas localizadas al frente este de la plaza.

La *Cancha* es una palabra quechua que se empleaba para designar a cuatro o más edificios de forma rectangular organizados alrededor de un patio. A menudo la *cancha* tenía solamente una sola entrada en todo el muro perimetral. Varias canchas agrupadas juntas creaban un distrito dentro de un asentamiento inca. En Ollantaytambo, la trama urbana ortogonal fue definida por grupos de dos cuadras de canchas. Esta tipología urbana puede ser apreciada en diversas representaciones de alfarería.

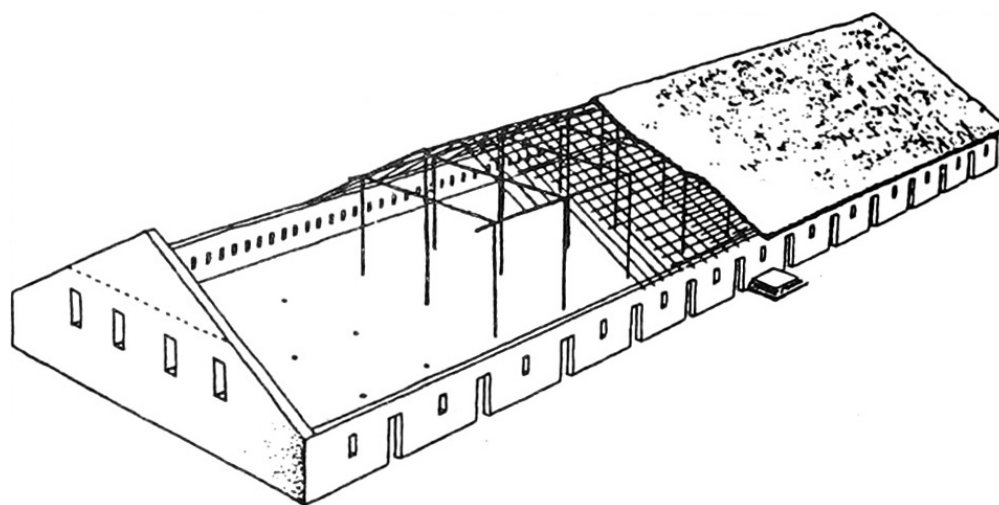
Las *pucar*as fueron sistemas de muros de defensa utilizando la característica misma del terreno, como los bordes las colinas o ríos, con el fin de proteger al asentamiento. Estaba conformado por torres, terrazas con murallas de fundaciones, escaleras y pasajes. Una de las más conocidas pucar^{as} es la de Sacsahumán, ubicada al norte de Cuzco, formada por enormes rocas de forma poligonal.

Los incas incorporaron en sus asentamientos fuentes de agua, abastecidas por arroyos o manantiales. Eran llamadas *baños*, tenían forma rectangular y eran de piedra. Existen opiniones que no eran usados para bañarse sino como fuentes litúrgicas.

Arquitectura prehispánica andina

En el imperio Inca existían diferentes tipos de edificios públicos que formaban parte de las poblaciones, entre ellos estaban las *callancas* o salones comunales, los templos a los dioses como el de Viracocha, los monasterios o *acllahuasi*, los *colca* o graneros, las *huacas* o edificios curvados, los edificios cilíndricos como las *chullpas*.

Las *callancas* eran edificios de planta rectangular, diáfanos y localizados en frente de las plazas (Fig. 3.2).



3.2 Posible sistema estructural de la techumbre de la callanca Incallacta
Gasparinni, 1980

Fueron bastante largos, tenían varias puertas mirando hacia la plaza pero no ventanas. Servían como lugares para reuniones o fiestas, podían albergar hasta 3.000 personas como la callanca de *Cassana* de Cuzco. Estas estructuras fueron construidas como edificios independientes como largos salones integrados en los palacios o *canchas*. Garcilazo de la Vega¹² describe las *callancas* como grandes salones algunos de 200 pasos de largo y 50 a 60 de ancho. En Huánuco Pampa había dos *callancas* en el lado este de la plaza, medían 12x65 m. Sus largos techos a dos aguas eran

¹² El Inca Garcilaso de la Vega, inició un ambicioso y original proyecto historiográfico centrado en el pasado americano, y en especial en el del Perú. Considerado como el padre de las letras del continente, escribió *La Florida del Inca* el 1609, pero los más célebres fueron los *Comentarios Reales*, la primera parte apareció en Lisboa el 1609. Escrito a partir de sus propios recuerdos de infancia y juventud, de contactos epistolares y visitas a personajes destacados del virreinato del Perú, el relato constituye, pese a los problemas de sus fuentes orales y escritas y a las incongruencias de muchas fechas, uno de los intentos más logrados, tanto conceptual como estilísticamente, de salvaguardar la memoria de las tradiciones de la civilización andina

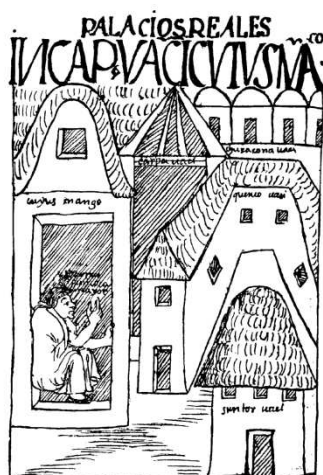
soportados por los muros de piedra redondeada y por una fila de pilares de madera interior. Otro caso similar es la *callanca* de Incallacta, más adelante explicaremos con mayores detalles debido al interés de analizarla por la posibilidad de haber tenido una estructura en madera.

El templo de Viracocha, cercano al pueblo de San Pedro de Cacha, en honor al dios del mismo nombre, era de planta rectangular con medidas de 92x24,5 m. Estaba dividido por un muro central inclinado de 12 m. de alto, construido con adobe sobre una fábrica de piedra. El espesor del muro tenía 1,8 m. de base.

Los monasterios o *Acllahuasi*, servían de vivienda para las sacerdotisas y vírgenes. El de Cuzco fue el más grande y sobre él se construyó después la iglesia y el monasterio de Santa Catalina. Tenía sillares de piedras rectangulares *ashlar* con las juntas biseladas. Conforme subían las filas de piedras sus medidas disminuían, con el resultado de una inclinación interior que le daba apariencia de grandeza.

Además de los edificios de forma rectangular dominantes en el imperio Inca, existieron algunas estructuras construidas con paredes cilíndricas o curvadas. En la plaza principal de Cuzco, existía la torre llamada *Suntur-huasi*, sus paredes tenían una altura de 7m., y su cubierta redondeada era de madera soportada por postes altos. Guamán Poma de Ayala dibujo esta torre con otros palacios (Fig. 3.3). Otro similar fue encontrado por Squier en Azangaro, llamado *Sondor-huasi*, de planta circular con paredes compactas de arcilla, una sola puerta y a la altura de 2,48 m, 4 ventanas; la cubierta tenía la forma de cono aplanado, formado por una serie ramajes de bambú a manera de estructura principal y cubierta de varias capas de caña con paja. Existieron también torres de forma circular incluso anterior a los Incas, llamadas *chullpa*.

Existieron edificios curvados, formados por sillerías de piedras curvadas *ashlar*. Es el caso del *Intiwatana* en Pisac, lugar cercano a Cuzco. Tenía funciones religiosas, una sola entrada de forma trapezoidal y cubierta. En el interior se encontraban las piedras sagradas *intiwana*.



3.3 Suntur huasi
Guaman Poma, 1980

En Ingapirca situada en el actual Ecuador, conquistada por los Incas a final del siglo XV a la tribu Cañaris, se encuentra otro edificio atípico de planta oval, diseñada en base a tres círculos en un mismo eje, cada uno de 12.35 m de diámetro (Fig. 3.4).



3.4 Ingapirca, Ecuador

Existieron graneros comunitarios, lugares de suministro para el ejército, discapacitados, enfermos o ancianos (Cieza de León, 1953: 177). Allí la gente pagaba tributos dejando una parte de sus cosechas. Formaban una malla de varios recintos rectangulares con muros bajos de piedra y arcilla.

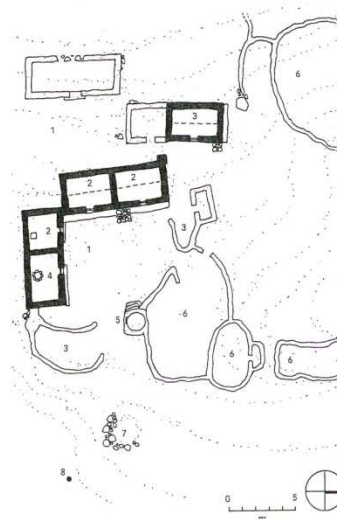
Características de la construcción Andina prehispánica

La construcción estaba basada principalmente en el uso de gruesos muros de piedra y arcilla. En los edificios emblemáticos se solía construir con el sistema ashlar, que consistía en escuadrar las piedras, biselarlas en los bordes y encajarlas una con otra a presión, de manera que no sea necesario otro tipo de ligamento .



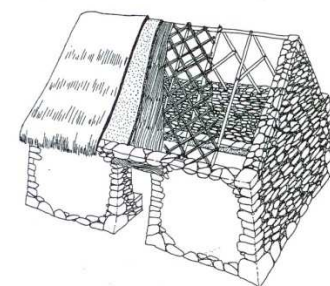
3.5 Bingham reconstrucción de cubierta inca. H. Gallegos, 1997

En cuanto a la cubierta, todas las hipótesis y estudios realizados por arqueólogos, arquitectos e historiadores, se basan en los restos de los hastiales o frontispicios de piedra que se han encontrado, debido a la inexistencia de cubiertas por su menor duración. Los gráficos de H. Bingham (fig. 3.5) explorador descubridor de Machu Picchu y de V. Lee (fig. 3.8), arquitecto que ha trabajado en la zona arqueológica de Incallacta, son interpretaciones de la cubierta en la vivienda andina prehispánica. Por otro lado los gráficos de P. Oliver (fig. 3.7 y 3.8), nos muestra viviendas aymaras mas recientes, las cuales han debido sufrir cambios tecnológicos desde los tiempos precolombinos.

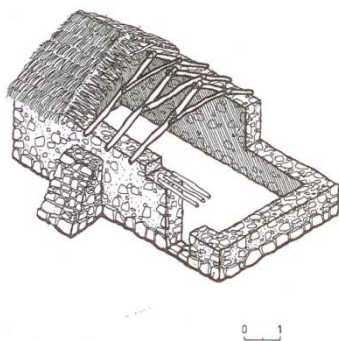


La cubierta a dos aguas, estaba constituida por un maderamen de troncos principales y secundarios de cañas y paja. No existen evidencias del conocimiento de sistema de armaduras trianguladas en ninguna crónica y si hubieran existido algún cronista español la hubiera descrito (Lee, 1992: 3)

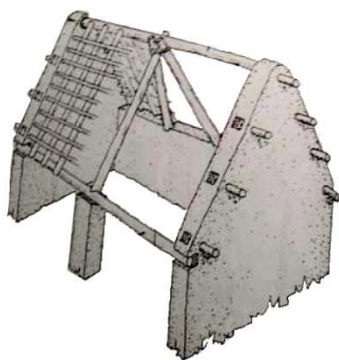
Los principales elementos que formaban parte de la estructura de cubierta eran las correas, los cabrios y en caso de edificaciones de mayor longitud



3.6 Vivienda Aymara Oliver, 1997



3.7 Vivienda Aymara
Oliver, 1997



3.8 Vivienda Andina
Lee, 1992

se colocaban pares intermedios con nudillos, unidos todos los elementos mediante lianas.

La viga cumbrera que estaba apoyada en ambos extremos por huecos en los hastiales o podía darse la variante de ir sobre el hastial.

Las correas, perpendiculares a los muros se empotraban en los hastiales y sobre ellas se apoyaba el encañado de la cubierta. También se daba el caso de ir encima del muro amarradas con lianas a unos anillos esculpidos en la misma piedra de los muros.

Las soleras, ubicadas en la testera de los muros y pilares de piedra, dintelaban las aberturas de ventanas. En ellos descansaban los cabrios y servían de apoyo a unos pares intermedios que reforzaban la estructura a mitad de la cubierta. Para evitar los empujes del maderamen de la cubierta y de cargas de viento, las cabezas de las soleras estaban ancladas en huecos en los hastiales.

Encima de esta primera estructura de cubierta venía la segunda formada por los cabrios amarrados tanto a la viga cumbrera como a las soleras y sobre ellos colocados en sentido longitudinal troncos delgados que ayudaban a cuajar más la superficie de cubierta. Estaban amarrados a los cabrios y anclados en los hastiales de los extremos. A continuación se colocaba un encañado sujeto por lianas a los listones y a los anillos de las piedras superiores en los hastiales. Otra variante consistía en una estera de techo decorativa, atada en los listones y apoyada sobre los hastiales, donde se aseguraba a los anillos de los testeros de piedra. Por último se cubría la cubierta con varias capas de paja.

La estructura de la vivienda aymara de la fig. 3.8, muestra una cubierta formada por pares y nudillos amarrados con lianas, con madera sin escuadrar, apoyadas directamente al muro. La cubierta está compuesta por un encañado con barro y varias capas de paja. Otra variante es una estructura principal de par y nudillo, una secundaria de troncos delgados colocados diagonalmente formando rombos y encima la cubierta de caña, barro y paja.

Construcción con pilares de madera: el caso de la *callanca* de Incallacta

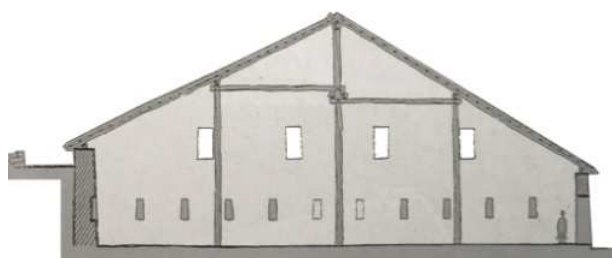
El interés en este estudio sobre la *callanca* de Incallacta, responde a dos motivos: en primer lugar a su ubicación geográfica, fue uno de los últimos puntos expansivos de avance militar incaico hacia el oriente en la actual Bolivia, o sea más cercanos a naciones de las tierras bajas como los Chiquitos. En esta zona existieron contactos con los pueblos de la ceja de selva, de hecho Incallacta tuvo que ser reconstruida por Huayna Capac, después de la destrucción realizada por los *Chiriguanos*, nación llanera vecina de los *Chiquitos*.

En segundo lugar el interés por la *callanca* de Incallacta se debe a hipótesis sobre la estructura interior formada por pilares de madera, que sirvió de soporte intermedio a la cubierta, a pesar que hasta el momento ninguna excavación arqueológica ha encontrado evidencias de los pilares. Este argumento es respaldado por la *callanca* de Huánuco Pampa, donde se han encontrado restos de una fila de pilares de madera que dividían en dos naves el espacio interior del edificio y cuyo fin era ser apoyo intermedio para salvar la luz de la cubierta, siendo la distancia total a cubrir menor que en Incallacta.

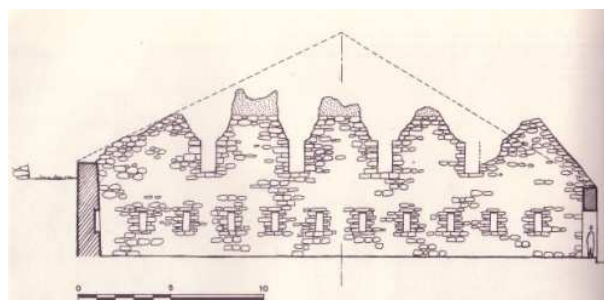
Aún persisten teorías que consideran la cubierta de Incallacta de una sola pendiente, siguiendo la inclinación natural del terreno, formada por vigas que se apoyaban en el muro norte más alto y en el muro sur más bajo. Si hubiese sido ese el caso, el muro sur más bajo debía haberse inclinado hacia afuera, por el natural empuje de la cubierta y no hacia adentro como se presenta actualmente.

Según Gasparini y Morgolies (1980) en la *callanca* de Incallacta existieron 3 filas de poste de madera (fig. 3.9 a), más o menos equidistantes amarrados con lianas a vigas horizontales formando pórticos y encima de ellos los cabrios que sostenían toda la cubierta. Queda descartada esta teoría por la pendiente de la cubierta en la hipótesis diferente a las ruinas del hastial existente (fig. 3.9b), además de incongruencias en la alineación de las

ventanas a la misma altura, siendo que en las ruinas se encuentran escalonadas (Lee, 1992).

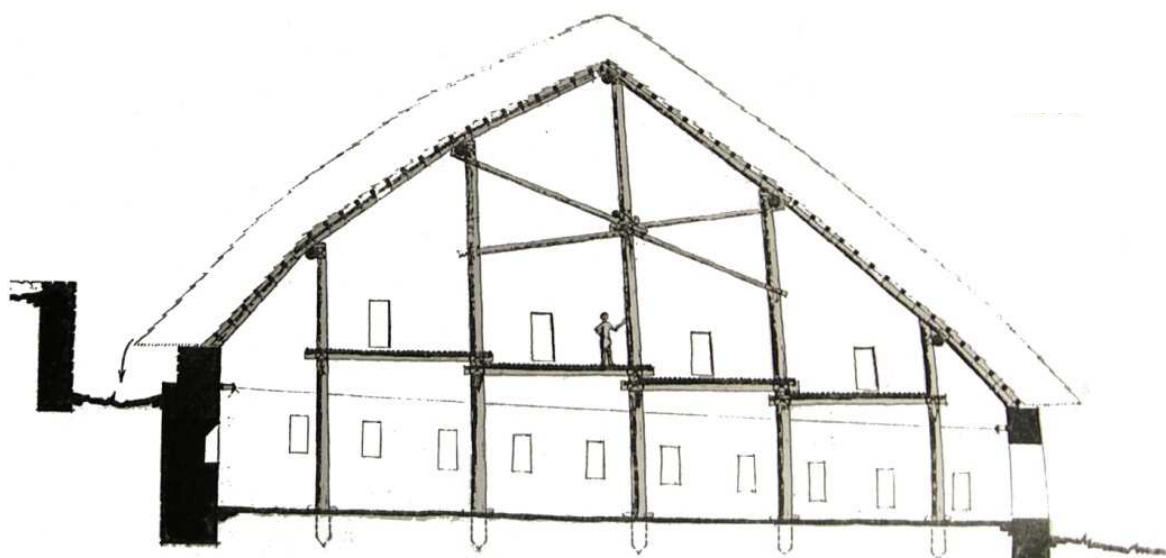


3.9a Incallacta
Gasparini, 1977



3.9b Análisis de la teoría de Gasparini en Incallacta
Lee, 1992

Un estudio más detallado realizado por Lee (1992), sostiene nuevas hipótesis siempre basadas en la existencia de los pilares de madera interior. Se parte de los elementos similares y más evidentes encontrados en Huánuco Pampa, como la ubicación de los pilares colocados simétricamente en relación con las ventanas superiores del frontispicio. Si lo mismo hubiesen hecho los constructores de Incallacta hubieran existido cinco naves en vez de las tres sugeridas por Gasparini, con una fila de pilares debajo de la viga cumbrera. De esta manera cada ventana superior con el par de nichos inferior del frontispicio aparecería aproximadamente centrada en las cuatro crujías de pilares (Fig. 3.10).



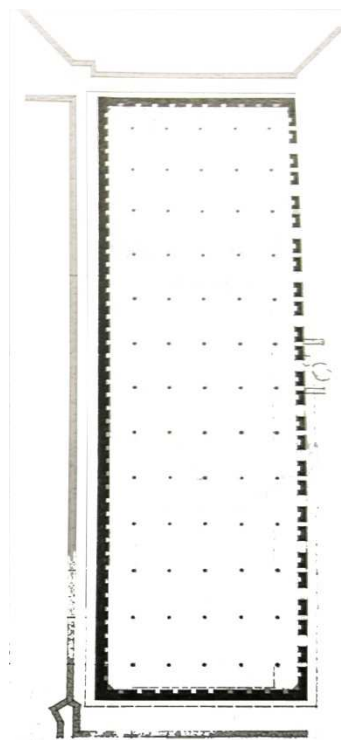
3.10 Incallacta
Lee, 1992

Lee argumenta que las correas amarradas en los testeros de pilares, podían seguir la inclinación de los hastiales. Si se proyecta la inclinación de la pendiente en las ruinas del hastial existente la cumbrera estaría aproximadamente a una altura de 15 metros. Por lo que las correas pudieron ser simples maderos inclinados amarrados a los postes formando la inclinación de la cubierta.

El sistema dibujado por Lee (fig. 3.10) propone que la inclinación de la cubierta reducía los empujes en los muros laterales y definía la altura de la mayor parte de las aberturas de la pared, mientras que interiormente se definía una subestructura vigas que además de ayudar a rigidizar los pilares formaba una plataforma de encañado a la altura de las ventanas superiores, similar a un altillo. De esa manera se limitaba el volumen innecesario, aunque también debieron existir una suerte de tornapuntas que ayudasen a absorber los esfuerzos horizontales en la estructura de madera.

Otras de las diferencias entre Huanuco e Incallacta podría haber sido la distancia entre pilares. En Huanuco los postes no tienen relación con los espacios entre las puertas, son de aproximadamente 5m y no interfieren con la entrada o salida de la gente. Mientras que en Incallacta, debido a la proximidad de los pilares de la pared sur, tuvieron que hacerlos coincidir con los nichos ubicadas a la mitad entre cada puerta a una distancia de 5.5 m. (Fig. 3.11). En cuanto a la cubierta, pudo haberse utilizado el mismo sistema que los Incas usaron en los pequeños edificios, pero con algunas variaciones. Este consistía en correas amarradas a los postes y sobre ellas los cabrios. Posteriormente unos listones proveían el soporte básico para la cubierta, podían haber tenido alrededor de 7 metros de longitud y pudieron estar espaciado estrecho para poder mantener medidas y pesos admisibles.

En relación a la inclinación actual en las ruinas del muro sur de piedra, Lee (1992) considera que se debió al empuje transmitido por los cabrios. Además el muro estaba debilitado por sus numerosas aberturas, ventanas y nichos, sobre todo en el área de los dinteles. El lugar lógico donde el



3.11 Planta de Incallacta
Lee, 1992

muro aguantó el empuje de los cabrios debió ser el muro ciego entre las aberturas de la pared, aproximadamente cada 1.40 metros.

Las paredes superiores de los hastiales eran de adobe material que trabaja a compresión, por lo que no pudieron existir fuerzas laterales. Además a esta altura se debió evitar hacer grandes aberturas para ventanas e incluso pequeños hueco donde apoyar un posible encañado de la cubierta, revestimiento que no hubiese sido necesario si el atillo descrito anteriormente hubiese sido permanente y de esa manera se evitaba la visibilidad hasta el techo.

La cubierta podía haber estado compuesta por capas alternadas de paja de ichu y una red de fibras usadas para unir todo el conjunto, pudo tener incluso más de 2 metros de espesor. La cubierta estaba asegurada mediante lianas a unos huecos en los muros de piedra.

3. TIPOLOGÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y ARQUITECTURA EN CULTURAS AMAZÓNICAS ANCESTRALES

La Amazonía tiene una superficie de 6 millones de km², cubriendo toda la cuenca hidrográfica del río Amazonas, cruzando de este a oeste Sudamérica, desde los pies de la cordillera de los Andes hasta su desembocadura en el océano Atlántico. De todas maneras como área cultural, la Amazonía o las tierras bajas de Sudamérica incluyen la cuenca hidrográfica del río Orinoco y ecológicamente distintas tierras altas del centro de Brasil, norte de Bolivia y el este de Perú, Colombia, Ecuador y Venezuela.

Los indígenas están divididos en diversas familias de lenguas incluyendo Arawak, Caribe, Tupi, Gê, Pano y Jivaro. Aunque existen claras diferencias de estilos de casas, ornamentación corporal y características económicas, organización social y de religión entre los grupos tribales, la correlación entre lengua, característica cultural y tribal son a menudo poco claras (Oliver, 1997).

La historia prehispánica de la Amazonía es hasta ahora muy poco conocida. Debido por una parte a la carencia de investigaciones arqueológicas y por otra al hecho de que las crónicas y relatos más tempranos que podemos disponer, son de los misioneros españoles y provienen del siglo XVII. Por consiguiente la historia cultural de esta región sólo puede ser revelada mediante investigaciones arqueológicas.

En los siguientes subtítulos mostraremos elementos de varias culturas amazónicas no necesariamente prehispánicas pero que han permanecido casi intactas a la influencia externa y preservan su cultura y tradiciones ancestrales.

También haremos referencias a los limitados estudios etnográficos, antropológicos y arqueológicos que se han realizados sobre la Amazonía prehispánica.

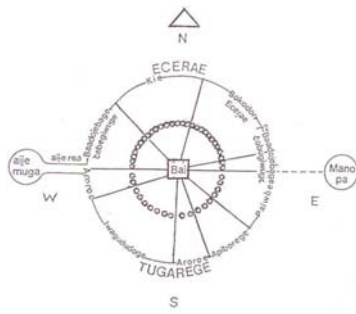
Asentamientos y simbolismo amazónicos

La densidad y el diseño de los asentamientos ha estado determinado por la subsistencia alimentaria basada en la caza, pesca y en el cultivo de tala y quema; por lo que existe un vínculo con las condiciones ecológicas de su entorno.

Investigadores como K. Lee¹³, sostienen que algunos asentamientos en territorios propensos a inundaciones como las llanuras de Moxos en Bolivia, controlaban las épocas de sequía y de inundaciones gracias a sistemas hidráulicos en los que estaban involucrados las lomas, terraplenes y camellones, teoría en parte confirmada por recientes investigaciones realizada por Prümers (2009).

El trazado de las casas y los asentamientos sirve como una idealizada representación del mundo humano, de lo natural y de la apropiada orden de relaciones entre ellos. El espacio es organizado linear y concéntrico a la vez, característica también marcada en la arquitectura Andina (Oliver

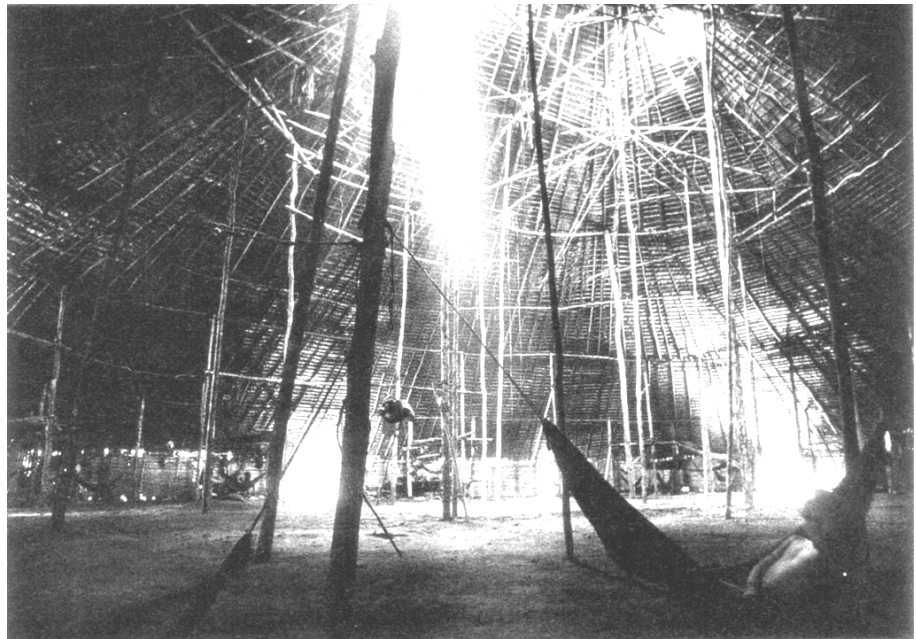
¹³ Kenneth Lee, dedicó gran parte de su vida al estudio de la antigua precolombina cultura hidráulica de las lomas de los llanos amazónicos de Moxos. Sin embargo dejó solo pocos escritos sobre sus descubrimientos y teorías sobre el desenvolvimiento de las culturas amazónicas de estas sabanas



3.12 Bororo asentamiento
Oliver, 1997

1997). El dictado uso de espacio crea un ambiente social y psicológico, en la cual la gente crea y recibe valores, los cuales, aunque específicamente culturales, muestran ciertas características comunes.

Espacios centrales, centros cósmicos y rituales, representan los valores unidos a la sociedad humana y a la cultura, de su propia clase y a las comunidades unificadas por el parentesco, comidas colectivas, bebidas y bailes. Los Bororo, implantan sus aldeas en forma de círculo, formando al centro una gran plaza central, y al centro de la misma se encuentra la casa del hombre, siguiendo una línea imaginaria de este a oeste, coincidiendo con el trayecto solar (Botelho, 1997). De esta manera se divide el asentamiento circular en dos partes. El edificio central tiene dos puertas mirando al norte y al sur, y generando un eje norte sur (Fig. 3.12).

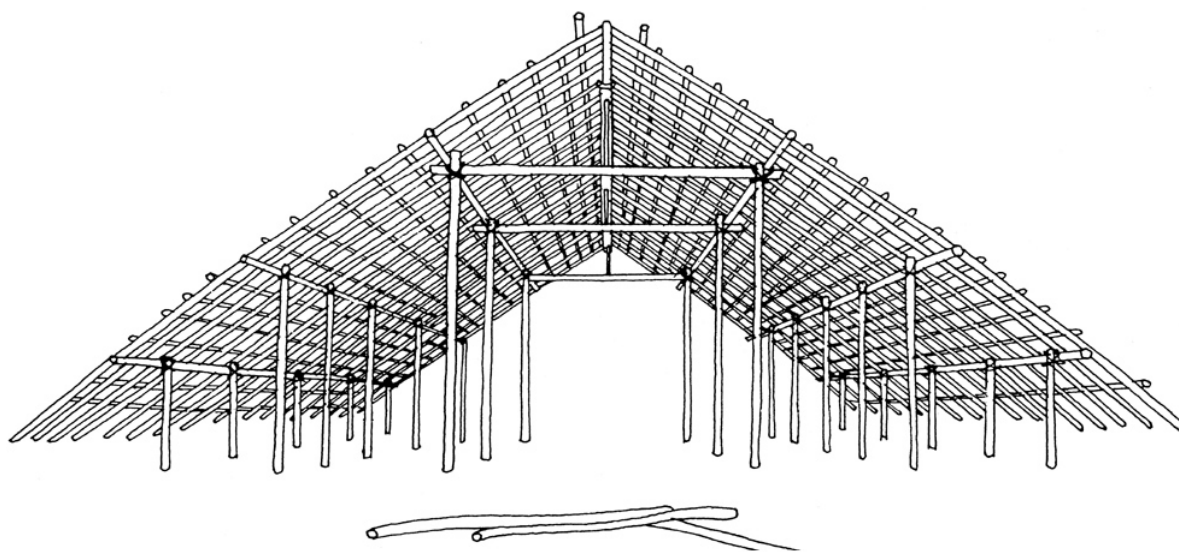


3.13 Casa yanomamos

Los ejes lineales, a menudo relacionado con el curso del sol o de los ríos, divide las comunidades en mitades complementarias mientras las relaciones entre estos ejes establece jerarquías entre los espacios usados por hombres y mujeres, por jóvenes y viejos, por anfitriones y huéspedes. La fuerza lineal como característica de un ambiente construido aparece ir junto con una positiva evaluación de las relaciones externas mientras las

casas circulares o aldeas son típicamente asociadas a un énfasis cultural de encierro y de endogamia .

El centro de la aldea es público, colectivo, de dominio ritual opuesto a las viviendas más privadas donde las mujeres prevalecen. Esta oposición, característica de la región como un todo, es replicado constantemente entre el espacio central y los compartimentos familiares de los Tukanos malocas y van juntos con una amplia distinción entre la entrada del hombre por delante y la entrada de la casa a las mujeres por detrás. (Fig. 3.14)

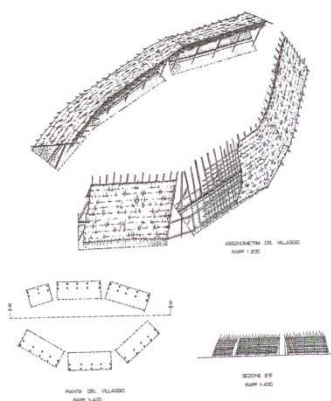


3.14 Maloca Tucano
Guidoni, 1982

Arquitectura ancestral Amazónica

A pesar de las diferencias en el estilo arquitectónico existen diseños comunes en cuanto a la organización y el uso del espacio, características comunes en los valores y el significado de la simbología unido a las casas y a los asentamientos.

Los edificios pueden ser agrupados en dos tipologías básicas: los mas grandes, totalmente cubiertos, con una estructura de troncos de madera formada por pilares, vigas y pares, siendo una construcción relativamente permanente para grupos sedentarios; y los mas pequeños, abovedados, estructuras temporales formada por lianas y troncos jóvenes, techada con

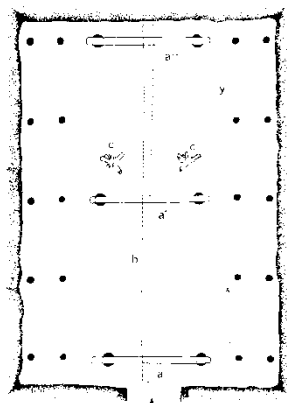


3.15 Yanoama axonometría
Oliver, 1997

palmas, usado como hábitat por grupos nómadas como los Sirionó y como refugio para los grupos sedentarios.

Según Oliver (1997) la función del edificio dice mucho sobre las relaciones sociales del grupo: los refugios simples son a menudo construidos por ambos sexos del grupo, trabajando juntos, pero, en grupos mas sedentarios donde el corte de los árboles y el trabajo de la madera son considerados ocupaciones masculinas, las mas elaboradas malocas comunales son construidas por los hombres de la comunidad actuando como grupo, el trabajo está patrocinado y dirigido, por un individuo, el líder. La circular *Yanoama shabono* con su centro abierto representa un caso transicional en el que cada familia construye su propia porción de lo que quiere convertir en mas grande (Fig. 3.13 y 3.15).

Las casas podrían ser divididas en un número de diferentes tipologías de acuerdo a la forma de las plantas, ya sean redondas, alargadas o rectangulares; y de acuerdo a como sea la forma del techo arqueado o plano, en forma de choza o entre una bóveda o a dos aguas (Fig. 3.16). De todas maneras, las tipologías estrictas son de limitado valor y las diferentes tipologías son a menudo mejor vistas como variaciones o transformaciones de una a otra. En las Guayanas, a menudo hay una considerable variación dentro de un grupo singular relacionado a las diferencias en el clima y los recursos, a influencias externas, a una cierta cantidad de especialización funcional y a preferencias individuales y de etapa de vida. Los hombres jóvenes más móviles construyen modestamente, mientras los mayores y los chamanes ya establecidos hacen prestigiosas, casas cónicas redondeadas construidas alrededor de un poste central. Los Judjá no tienen una vivienda definida, ésta puede ser rectangular, elíptica o circular (Botelho, 1997). También, los estilos arquitectónicos particulares son algunas veces extendidas a relaciones de tipo regional, tribal o divisiones lingüísticas; en algunos grupos Tukano, Witoto y Panoan, diferentes números de paredes, ángulos u orden de postes y estilos de tejados funcionan como hechos de identidad étnica.



3.16 Maloca Desana
Guidoni, 1982

Las divisiones interiores, si se presentan, son usualmente limitadas a delgadas mamparas a menudo erigidas en un contexto de ritual, mientras que las hamacas, mesas de madera, herramientas de tallado y vasijas de arcilla hacen de principal mobiliario con esteras de tejidos de palma usados para almacenar y algunas veces para dormir. Aunque no tengan divisiones interiores, cada elemento familiar tiene un área privada ya sea para comer o dormir dentro de la vivienda. Las divisiones creadas por sus moradores no son concretas, los bordes son reconocidos por todos, cada individuo y grupo tienen asignado su lugar

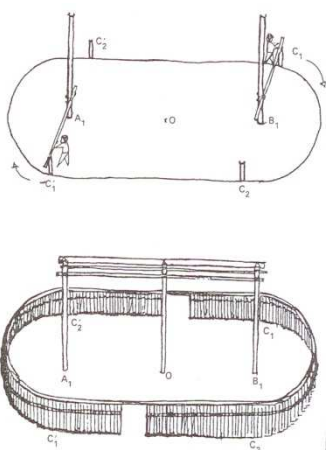
De esta manera las casas son profundamente identificadas con la cultura, valores e identidad de comunidades particulares. La decoración superficial es muy rara. Muchas casas presentan una descuidada apariencia, en parte relacionada al rápido cambio tanto de edificios como de comunidades y en parte a una estética particular que da mayor importancia a la dimensión, la limpieza y a un sentido general de orden que a un detalle arquitectónico o de decoración. La medida de las casas y su estado alrededor son signos de fuerza comunitaria y de cohesión y de prestigio del líder.

Características de la construcción ancestral amazónica

El acceso a un sinnúmero de materiales de construcción obtenidos en la selva y la escasez de herramientas metálicas significa que los amazónicos tradicionalmente no utilizaron la piedra, el barro y los tablones sino los troncos de madera, sin escuadrar con función estructural; las lianas, cortezas, palmas y cañas.

Las maderas son amarradas juntas con fuertes lianas algunas veces combinadas con el uso de traslape de uniones para un refuerzo extra.

La proporción de los edificios son a menudo cuidadosamente calculados usando lianas, para el preparado de postes o para obtener medidas constantes. De todas maneras las viviendas no deberían ser vistas como un espacio para ser medido o siguiendo unos criterios geométricos, pero esencialmente como un espacio conceptual, comprendiendo la imaginación de sus habitantes (Botelho, 1997).



3.17 Xingu método constructivo
Oliver, 1997

Algunas consideraciones prácticas como la resistencia a las hormigas o la pudrición determinan la selección de la madera pero también los rituales tienen un papel importante.

Para techar se utilizan hojas de palma y pasto. Los buenos materiales de cubierta son algunas veces de fácil acceso. Las mujeres a menudo juegan un mayor rol en techar la maloca, una actividad que a menudo asume un carácter festivo.

Las paredes son hechas de tejido de hojas, cortezas aplanadas, desdobles de troncos de palmas o palos rectos pero en muchos casos las casas carecen de paredes o tienen cubiertas como tiendas que caen hasta el suelo o cerca de él.

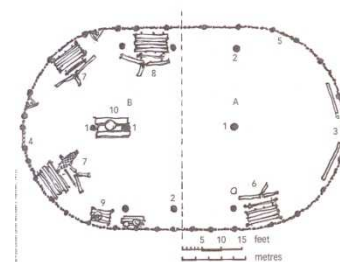
De acuerdo a Botelho (1997) la vivienda Arawak Tupi de Matogrosso se inicia en el suelo, donde se dibuja una alargada falsa elipse tomando como centro los postes centrales (Fig. 3.17). Las estacas del contorno son colocados siguiendo ese trazado, que están amarrados en la parte superior por un estribado de maderas en forma de anillo, este sería la “costilla de la casa”. El propietario fija los marcos de la puerta, los cuales serán la “boca de la casa”. Las vigas son fijadas al suelo siguiendo la forma de las estacas elípticas y ubicadas lejos de estas para ser amarradas con la viga cumbrera, fijado en la cabeza de los postes centrales. La viga cumbrera es percibida como la varilla que se lleva sobre la cabeza, en este caso la casa misma tiene una forma antropomórfica. Las vigas posteriores están proyectadas hacia delante de la construcción formando los “dientes”. Ellas están unidas con troncos de árboles que todavía tienen raíces, y éstas conforman las orejas. Piezas de madera, como pendientes, que agujeran las orejas y tocan la mandíbula localizada dentro de la construcción. .

La estructura abovedada de la cubierta esta reforzada con cintas de cuero y listones, formando otras costillas de la casa

A pesar de que las viviendas raramente permanecen en pie más de 15 años, su abandono se produce antes de ese plazo. Debido a una combinación de varios factores como el ataque de insectos, la distancia con las tierras agrícolas y otros recursos; disputas entre la comunidad; o la

muerte de importantes individuos. La relocalización y reconstrucción provee la ventaja para reajustar las relaciones sociales.

A causa de la precariedad de los materiales usados por las culturas “vegetales”, conceptos como *permanente* o *temporal* son equivalentes para todas las técnicas usadas, siendo solamente diferente en la ideología de estas culturas.



3.18 Jivaro planta casa
Oliver, 1997

Construcción con esqueleto de madera: el caso de la *jibará*

Jíbaros, es el grupo étnico amazónico del que posiblemente mas se ha escrito, quizás por su larga resistencia a la dominación de los conquistadores españoles y consecuentemente hostil al contacto con el exterior (Oliver, 1997).

Su vivienda era la unidad sociopolítica básica, y cada vivienda estaba separada por 1km o más, raramente existían grupos de dos o tres casas cercanas de parientes, ubicadas por lo general en una colina, en un lugar seco y cercano a un riachuelo.

La vivienda jibara o jibaria, era un volumen unitario sin particiones con un techo inclinado en todos los sentidos y de planta elíptica También podían existir casas pequeñas con techo inclinados en un sentido o en dos. La superficie del edificio tenía entre de 7,50m a 12m. de ancho y de 15 a 24m de largo. La cumbrera podía ser desde 4,60m a 6m y las paredes laterales tenían 2 a 3m. , siguiendo una escala proporcional (Fig. 3.18). Para los postes se utilizaba madera blanda o semiblanda, aunque la palmera *chonta* era la preferida. La provisión de material la dirigía el jefe de la casa apoyado por parientes y vecinos, quienes también ayudaban en la erección del edificio.

Entre dos o tres pilares soportaban la correa cumbrera, y los principales pares eran sostenidos por postes laterales. El perímetro del muro era por un anillo de postecillos de 1 a 2m. , que eran unidos con estacas fijadas al suelo, formando una pared empalizada. Un madero a manera de solera amarraba los principales postes de las paredes reforzando toda la

estructura, mientras que en la estacada se formaban espacios de una pulgada que admitían aire y luz.

Las entradas en ambos extremos eran angostas con sólidas puertas. La cubierta era cuidadosamente revestida con hojas de palma, algunas bien recortadas en los bordes de los extremos mientras que otras sin recortar formaban un delgado borde irregular por la superposición de las hojas.

Todas las uniones eran amarradas con cintas de corteza vegetal. Los edificios eran cuidadosamente y firmemente contruidos para evitar asaltos y también para una demostración de competencia personal y de poder.

En el interior el espacio estaba dividido en dos según el género, sin ninguna tipo de pared y sólo marcado por ciertos enceres personales como hamacas, esteras, o troncos. El gran espacio interior también servía para recibir a las visitas, hacer fiestas y para el tejido, actividad que sólo realizaban los hombres.

Una casa normalmente duraba ocho a nueve años. Cuando en el techo se formaban goteras o los postes se podían en el suelo una nueva casa podría ser contruida o se abandonaba el lugar, esto dependía si la tierra ya estaba exhausta.

Contrucción con esqueleto de madera: el caso de la *maloka* tukano

Las malocas es el nombre de la vivienda de los Tukano, indígenas que viven en la frontera entre Colombia y Brasil, entre los ríos Acaricuara, Monfort y Piracuara. Las viviendas suelen encontrarse cerca del río, al inicio de están separadas por muchas horas de viaje, se sitúan sobre una amplia superficie de arena rodeada de palmeras y plantaciones de mandioca. Son contrucciones típicamente rectangulares en planta pero algunos subgrupos (Barasana y Bará) construyen una ampliación semicircular o ábside en uno de los extremos y otros (Makuna y Tanimuka) construyen casas redondas como la de sus vecinos arawak Yukunas (Hugh-Jones, 1997).

La maloca esta contruida sobre una plataforma elevada del suelo. Tiene una serie de pórticos de madera paralelos y equidistantes, en forma de U

invertida. El pórtico central esta formado por dos pilares de madera y un tirante, mientras que dos filas de pilares mas pequeños a ambos lados del pórtico central generan una suerte de naves laterales dentro de un mismo amplio espacio diáfano. El esqueleto de madera es completado por maderos en sentido longitudinal a manera de estribos uniendo los pórticos centrales y las filas de postes en los laterales. Sobre el tirante en algunos casos se coloca un pendolón que servirá de apoyo a la viga cumbrera y encima de esta última se apoyan largos maderos o cabrios inclinados en forma de V invertida que descansan también en los estribos laterales. Encima de ellos listones longitudinales de troncos partidos de palma refuerzan la cubierta y sirven de apoyo al techo formado por un tejido de hojas de palma de 60cm a 90cm de espesor, que se extiende por toda la superficie hasta llegar casi a tocar el suelo. Todo el entramado está amarrado por lianas.

Las malocas más pequeñas tienen cuatro tramos de pórticos las más grandes hasta siete, con 45m de largo, 36m de ancho y 11m de alto. La nave central es pública mientras que las laterales cumplen una función más privada. El expedicionario Moser en su viaje por el Piraparaná el año 1960 encontró malocas de aproximadamente 21m x 15m y de altura 7m (Moser, 1963: 445)

El humo del fuego ayuda a preservar el techado, a través de los huecos en las partes altas de las paredes de ambos extremos, debido a la perdida de hojas de palma de los tejidos, lo cual permite la circulación del aire. La parte inferior de las paredes esta hecha por hojas de palma o planchas de corteza aplanada. En estas paredes dibujan una serie pinturas multicolores en arcilla y carbón (Moser, 1963: 445), característica inusual en la arquitectura amazónica. Representan el estampado de la piel de las ancestrales anacondas y las visiones inducidas por alucinógenos y avalan el significado crucial de la maloca en la cultura Tukano (Hugh-Jones, 1997). De acuerdo Hugh-Jones (1997) en el entorno y contexto de vida social, la casa de los Tukano, también sirve como un mediador simbólico entre el cuerpo, el grupo y el cosmos. Representa por un lado a un generativo,

nutritivo y protegido útero femenino entrado desde el este y a un potente ancestro masculino con la casa de entramado como un esqueleto, la cubierta como la piel y el cabello, y la cara pintada mirando hacia el sol naciente.

Cada casa es un clan, con orientación este-oeste, con puerta de entrada diferenciada, del frente para los hombres y la posterior a las mujeres, demuestra un modelo para el rango de las casas-clan construida a lo largo de los ríos. La cubierta también es el cielo, soportado sobre pilares de piedra o montañas que encierran el centro cósmico en medio del mundo. El nivel más alto del cielo es el centro del techo mientras que los laterales son las partes mas bajas. Desde estos nace en el este, un río invisible que circula hacia el medio abajo, cortando el centro, con sus labios, el recurso de la vida, en el este.

La cubierta de palma, está formada por varias capas de *bussu*, de la especie *Manicaria saccifera*, mientras que toda el esqueleto de madera es de *chontaduro*, *Guilelma speciosa*.

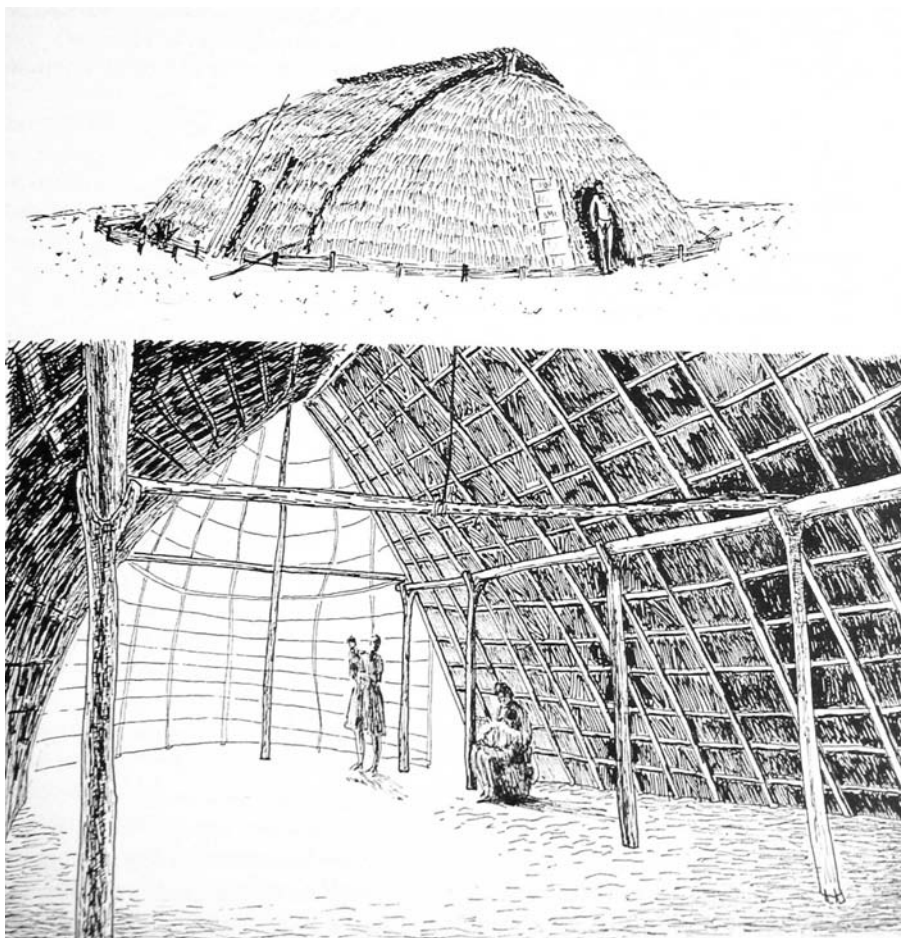
4. TIPOLOGÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y ARQUITECTURA EN CULTURAS DEL CHACO PREHISPÁNICAS

Al sur de Chiquitos existieron grupos de origen guaraní, los más representativos fueron los *Chiriguano*s y los *Chané*, ambos grupos con el tiempo se asimilaron, habitando en la ceja de selva en contacto con quechua, previa a la caída del imperio Inca por los conquistadores españoles (Langer, 1988: 288). Eran semi-sedentarios, subsistían de la pesca, caza y de pequeños cultivos.

Entre los grupos nómadas de esta zona están los *Tobas* y *Matacos*. Otros grupos nómadas al este de Chiquitos fueron los Sirionó y Yuquis. No tenían viviendas o simplemente consistía en refugios temporal. Los Sirionó formaban cubiertas improvisadas con hojas palma apoyadas en árboles. Los Yuqui hacían lo mismo sólo en caso de lluvias (Mac Lean, 1984: 640).

La *maloca* casa indígena de tipo Tupi-guaraní, es un gran espacio diáfano de planta elíptica, con dos filas de postes de madera que forman la estructura portante principal. Cada tramo servía para albergar a una familia (Meliá, 1988)

La maloca de los actuales Pai Tavitera, en Paraguay tiene dos entradas: una al lado norte en el eje longitudinal y la otra en el este frente al eje transversal. En este eje se encuentra un lugar para guardar instrumentos de culto (Roth 1995: 509) (fig. 3.19)



3.19 Maloca guaraní
Roth, 1995

Otro nación que destacó por sus viviendas, fueron los Tupinambas. Vivían al suroeste de Brasil, concretamente en la bahía de Guanabara, aunque su territorio se extendió del río Juqueriquerê hasta el Cabo de São Tomé.

Sus viviendas comunales se ordenaban alrededor de una plaza cívica y ceremonial (Metraux: 1948). Los asentamientos eran defendidos con

empalizadas simple o dobles, a veces reforzadas con fosos y lanzas clavadas en el suelo (Hardoy, 1999: 44).

La vivienda comunal de los Tupinamba tenía planta de forma rectangular, alcanzaba hasta 150m de longitud. Era un espacio diáfano con estructura de palmas de cocotero, sin cerramientos, donde todos los habitantes tenían un lugar determinado sin ningún tipo de cerramiento interior. En algunas aldeas llegaron a vivir de 500 a 600 personas en la misma vivienda comunal (Ribeiro et al, 1992: 44).

5. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y ETNOGRAFÍA EN CHIQUITOS

En el presente apartado nos centraremos en el análisis del contexto socio geográfico de Chiquitos con la intención de relacionar estos aspectos a la concepción de sus asentamientos, a los valores y simbología de su sistema espacial, y sus edificaciones, tecnología y construcción.

Contexto geográfico

La región chiquitana se entiende a todo el espacio socio geográfico que comprendieron las reducciones que fundaron los misioneros jesuíticos entre los años 1691-1767¹⁴. De acuerdo a Tomichá (2002), los límites de los ríos Iténez y el Paraguay fueron de interés en el periodo de intento de conexión con las Misiones Jesuíticas del Paraguay, buscando el camino entre Chiquitos y Asunción. Sin embargo, de mayor importancia tuvieron los límites de los ríos Grande y San Miguel (San Julián), ya que representaban los pasos obligados para la conexión de Chiquitos con Santa Cruz de la Sierra, la colonia española más importante de la zona.

¹⁴ Según Parejas (1989), la delimitación geográfica corresponden por el norte, las colinas situadas por el río Iténez o Guaporé, hacia los 15° de latitud; al sur, los llanos del Chaco Boreal con los cuales se confundía, hacia los 20° de latitud sur; al este, la región de Mato grosso, separada por el lago Xarayes y el río Paraguay, a 320° de longitud este de Hierro (57° 40' de longitud oeste de Greenwich); y al oeste, el río Grande o Guapay, a cuya orilla opuesta se extendían los llanos del Grigotá, hacia los 315° de longitud este de Hierro (62°40' de longitud oeste de Greenwich).

Freyer (2000), nos explica que la región tiene un clima de transición entre el del Chaco Boreal, más seco y de vegetación escasa; y las selvas pantanosas húmedas que están por el norte hasta el Amazonas.

Según Parejas y Suárez (1989), desde el punto de vista fitogeográfico se pueden distinguir tres regiones típicas y bien diferenciadas en la Chiquitanía:

- **La zona húmeda occidental de bosque alto y frondoso:** abarca gran parte de la provincia Nuflo de Chávez, la vegetación es exuberante, de bosque lluvioso, donde abundan los árboles de hojas caedizas así como palmeras y otras especies siempre verdes.
- **La zona de sábanas y tierras onduladas:** abundan los árboles de la familia de las acacias por ser la región más seca.
- **La zona pantanosa e inundadiza del alto río Paraguay:** existe infinidad de plantas hidrofíticas o acuáticas conocidas generalmente con el nombre de taropé.

En lo que respecta al clima el año se divide en dos estaciones: una estación de lluvias, que empieza en septiembre u octubre y termina en mayo, y la otra época seca que va desde mayo a agosto.

Etnografía en Chiquitos

Los Chiquitanos pertenecen según esquema de Steward (1948: 669) que distingue 5 tipos de cultura, basados sobre todo en criterios como grado de organización y estratificación sociales, en relación a la forma de economía y la densidad de la población; en *Indígenas Sedentarios del Bosque Tropical*. En general las naciones chiquitas eran pueblos seminómadas; solían vivir en lugares donde practicaban la agricultura, y cuando la tierra requería una pausa a su usufructo se trasladaban a otro lugar. Utilizaban la técnica de roce y quema, con el uso de herramientas de madera, ya que no conocían el hierro, para empezar a labrar la tierra. Los cambios de lugar eran cíclicos y solían siempre volver a los mismos lugares donde habían estado anteriormente (Freyer, 2000: 34). Asimismo existieron grupos de

chiquitanos nómadas recolectores y cazadores, que requerían un espacio vital mas grande para poder aprovechar los recursos naturales.

Los primeros contactos con nativos se llevó a cabo en la región de Sakolés y Arianicosés (Finot, 1971). Los contactos con los europeos trajo consigo la disminución de la población por varios factores entre ellos las epidemias y enfermedades, entre el siglo XVII e inicios del XVIII se dieron once epidemias (Balza, 1995: 38), por lo que se diezmo a la población y se redujeron las aldeas a rancheríos de pocas familias.

La región chiquitana fue poblada por numerosos grupos indígenas, sin embargo fue difícil, es más imposible, identificar a cada una de las etnias que habitaban, debido a las ambigüedades, nombres diversos e incluso contradicciones en las fuentes escritas de la época.

Tomichá (2002: 224) afirma que la etnia mas representativa es la Chiquita o Chiquitos, que en realidad engloba a diferentes parcialidades que mantenían similares características lingüístico-culturales. Esta etnia determinó la base social, cultural y religiosa de la que se sirvieron los jesuitas para desarrollar su proyecto misionero.

Según Parejas y Suárez (1989), los primeros documentos escritos del siglo XVI llaman a los Chiquitos *trabacicosis* o *tobasicosis*. Los militares cruceños solían llamarlos *choropa*, es decir amigo en lengua chiquita. Los chiriguano les apodaban *Tapuymirí* que quiere decir esclavo de cosas chicas. Otra versión explica que el significado dado al nombre “*chiquitos*” deriva de las puertas pequeñas de sus casas (Fernandez, 1726: 34).

El apelativo *chiquitos* fue impuesto por los colonos y misioneros a todo el grupo étnico de lengua chiquita, aunque no el era denominativo por el que ellos se identificaban y tampoco representaba la mentalidad o la cultura de las varias naciones de lengua *chiquita*. En la actualidad los descendientes de los Chiquitos han asimilado este nombre y se hacen llamar de esta manera.

Según Tomichá (2002: 231), los Chiquitos fueron el grupo étnico-lingüístico mayoritario en las reducciones, por lo que las demás etnias que se insertaron en ellas debieron asumir e incorporar rasgos culturales suyos,

además de aprender la lengua *chiquita*, la cual era la común en todas las misiones. De aquí deriva el nombre de *chiquitanos*, a todos los reducidos que prescindiendo de su propia nación o cultura de origen y después de un periodo de aculturación, adoptaron la lengua chiquita.

Las naciones de lengua *Chiquita* las podemos clasificar de acuerdo a sus dialectos (Metraux 1942: 115). A continuación, presentamos un cuadro en el que se resumen los principales dialectos de la lengua chiquitana. (Ver tabla 3.1).

Tabla 3.1 Principales dialectos de la lengua chiquitana

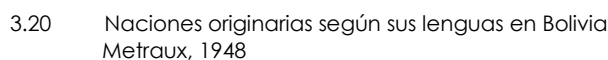
- Dialecto el Tao, que lo hablaban según Hervas (1) catorce etnias: los taus (taos), boros, tabicas, tanipicas (tañopicas), suberecas (xuberecas), xamarus (zamanucas), basorocas, purasis (puntagicas), quiviquicas, pequicas, boocas (boococas), tubasis (tubacicas), aruporés (aruporecas y los piococas).
- Dialecto piñoco, hablado por los piñocas, piococas de la reducción de San Xavier, quimes (quimecas), guapas (guapacas), quitaxicas (quitagicas), poxisocas (pogisocas), motaquicas, zemuquicas y taumocas.
- Dialecto penoquí, hablado por la nación penoquis o piñotos.
- Dialecto manasí, hablado por las etnias manasicas (mancipas), zibacas, cusicas, quimomecas, yurucarés (yurucarecas) y yiritucas.

En la tabla 3.1. se puede observar varios dialectos de las naciones de lengua Chiquita que conformaban el grupo étnico Chiquito, siguiendo las descripciones de los Jesuitas y recogidas por Tomichá (2002: 239). En la tabla 3.2 de la misma fuente se presentan las etnias de lenguas diversas a la Chiquita, que vivieron en la región de Chiquitos

Tabla 3.2 Clasificación de las etnias considerando las lenguas

- Etnias de lengua 153arawca, que es probablemente la más grande e importante familia lingüística en Sudamérica. En ella se encuentra la nación de los paicones, baures o baurecas, cozocas, cosiricas, parabacas, quidagones, veripones xarayes, cuíes, batasis, parisís.
- Etnias de lengua chapacura, como los tapacuras, los quitemas y los napecas.
- Etnias de lengua guaraní, los más importantes dentro de las reducciones los guarayos o itatines.
- Etnias de lengua Otuquí, hablado por los carabelas (ecobares), curuminas (curuminas), tapis (tapii, tapiis, tapuquías), los curucanes y los quíes (coes).
- Etnias de lengua zamuca, el grupo no chiquitos de mayor número en las reducciones. El dialecto zamuco era hablado por los zamucos, zatienos y ugarños. El dialecto caipotorade era hablado por los nativos caipotorades, tunachos, imonos y timinabas. Y el dialecto morotoco usado por los morotocos, cucutades, panonos, carerás y ororebates.
- Otras etnias que tenían su propia lengua eran los puizocas o pisocas, los terenás, los choyarás y los carapaenos.

Hasta aquí se ha presentado un espectro en relación a la etnografía chiquitana, describiendo las diferentes características geográficas, étnicas y lingüísticas. Ahora bien, centraremos nuestra atención en aspectos sociales que nos permitirán posteriormente realizar un análisis en relación a la temática que nos ocupa, es decir las construcciones realizadas en la zona.



6. LA SOCIEDAD Y LOS ASENTAMIENTOS PREHISPÁNICOS EN CHIQUITOS

De acuerdo a Tomichá (2002: 312), los chiquitos tenían costumbres patriarcales donde el rol de la mujer en la familia estaba subordinado al marido, contrariamente a las tradiciones de otras etnias. En lo que respecta a la moral sexual, los chiquitos antes de su conversión al cristianismo, si bien no eran muy constantes en los matrimonios, solían ser monógamos, pues la poligamia estaba reservada a los caciques (Hoffman, 1979: 18). Durante el descanso nocturno, los maridos dormían en hamacas y las mujeres en el suelo, sobre esteras de palmas o en palos gruesos y desiguales amarrados (Burgos 1728: 42).

El matrimonio en los chiquitos debía cumplir ciertos requisitos, como el hecho que el padre de familia sólo cedía en casamiento a su hija si el pretendiente a esposo mostraba con alguna proeza su capacidad de mantener a la futura esposa (Freyer, 2000: 53). Esta exigencia respondía plenamente a los rasgos esenciales de la cultura chiquita basada en la caza y la pesca, complementada con la agricultura (Balza 1995: 105).

El periodo de caza y pesca duraba dos o tres meses, y se practicaba después de pasado el tiempo lluvioso y concluido la cosecha de maíz (Fernández, 1895: 58). Los hombres solían trabajar en las chacras desde el amanecer hasta el mediodía. Las mujeres se dedicaban a las ocupaciones del hogar, como la preparación de la comida, el arreglo de la casa, el tejido y el hilado (Freyer, 2000: 40).

Los nativos solían conjugar en sus jornadas el trabajo con las actividades internas recreativas, así, por las tardes las dedicaban a visitar a parientes y amigos. La vida social incluía convites y fiestas; e incluso cuando llegaba un forastero a la aldea las celebraciones podían durar hasta 3 días (Fernández, II: 53).

En cuanto a la educación de los hijos, éstos vivían con los padres hasta cumplir los catorce años, luego se preparaban para la vida adulta en una casa especial junto a otros jóvenes, la cual describiremos mas adelante. La

educación impartida por los padres a sus hijos se basaba en una libertad de acción (Tomichá 2002: 312).

Los Chiquitos tenían a la cabeza, los más ancianos y el cacique, elegidos según su valentía y reputación logradas en sus campañas militares. De todas maneras la estructura social conservaba rasgos de libertad y flexibilidad (Knogler, 1769: 139). El cacique representaba a la máxima autoridad civil.

También existían los hechiceros o curanderos, quienes se dedicaban a curar las enfermedades que pudiesen existir en la comunidad, a realizar los oráculos, ritos de exequias, de fertilidad, de transición y otros, tenían una influencia decisiva en el accionar de los nativos, incluso mayor que la del cacique (Tomichá, 2002: 318). Los diversos testimonios jesuíticos coinciden en señalar la carencia de una divinidad suprema entre los chiquitos. Rendían culto a fenómenos naturales, como la tormenta eléctrica, los rayos y a los astros como la luna y el sol (Knogler, 1769: 167).

La jerarquía pública en los *Manasicas*, de dialecto Chiquito, estaba representada primero por el cacique, seguido por los sacerdotes, luego los médicos, los capitanes y por último el resto de la población (Fernández, 1896: 263)

Asentamientos prehispánicos en Chiquitos

Los grupos chiquitanos ocupaban diferentes tipos de asentamientos, con nombre y lengua propia en territorios delimitados (Freyer 2000: 46). El conquistador Ñuflo de Chavez el año 1559 estimó hasta 20.000 habitantes por una aldea (Parejas, 1992: 132), situación posible por la drástica reducción de la población indígenas debido a la invasión de su territorio, las enfermedades nuevas y los cazadores de esclavos (Fernandez, 1895: 60; Freyer 2000: 46). Por consiguiente en búsqueda de sobrevivencia, varios grupos sedentarios se convirtieron en nómadas y otros se desintegraron en reducidos grupos.

Esto concuerda con las crónicas en las cuales se observa que al principio la recepción en las reducciones de grupos de indígenas era de cientos de

personas, como la recibida en San Javier de los *Peñoqui* o las 500 personas integradas en San Rafael el 1702 (Freyer, 2000: 47).

Loma Portocarrero explica que los pueblos más grandes de los *Xarayes* tenían barrios y en cada uno había una plaza, menciona uno de 160 casas redondas, mientras que Hernando Ribera relata pueblos de 1.000 casas (Parejas, 1995: 264).

El P. Fernández (1895: 65) en el período de finales del siglo XVII y comienzos del XVIII, habla de *rancherías* de 100 familias. El P. Knogler en su descripción de mediados del siglo XVIII explica la existencia de 15 a 20 familias o sea de 80 a 100 personas. Durante los combates con otros indígenas o los españoles, las aldeas estaban protegidas por cercas espinosas, trampas envenenadas y fuertes palenques.

El P. Burgos el 1703 explica que construían sus casas entre matorrales sin orden de calles. El P. Caballero relata su visita a la nación de los *Manasicas*, vecinos de los Chiquitos y de dialecto *Chiquito*, que sus asentamientos tenían buena proporción de calles, plaza y diferentes tipos de casas (Fernández, 1895: 262). Charlevoix (1943: 228) coincide su buena impresión sobre los pueblos de los *Manasicas*, de calles rectas con plazas.

Caballero en el relato descrito por Fernández habla de 22 pueblos de los *Manasicas* (Fernández, 1895: 260), poco distantes unos de otros, por lo que existían relaciones sociales y de comunicación. Esta descripción denota la existencia de grupos grandes y conectados (Krekeler 1995: 147).

Castillo en su primera entrada, encontró una aldea de doce casas, metida en un espeso bosque impenetrable a la circulación del viento (Querejazu, 1995).

Otros asentamientos diferente a los anteriores, es relatado por Peramás, describe una serie de núcleos familiares viviendo en grandes casas distanciadas por *leguas* unas de otra. El espacio entre ambas era de común provecho (Freyer, 2000: 49). Esta disposición es similar a la utilizada en la actualidad por los grupos *Tukano* en la cabecera de la cuenca Amazónica

Entre los riesgos de catástrofes en los poblados notados en aquella época por los misioneros estaba el peligro de incendio por los materiales usados y por la cercanía entre las viviendas (Querejazu, 1995); también el peligro de inundación de las viviendas por ubicarlas en mal sitio (Querejazu, 1995). Problema que debieron tener muy pocos grupos, debido a que la región de Chiquitos se inunda anualmente, por lo que se deduce que en general sabían erigir sus viviendas en zonas altas (Freyer, 2000:49).

En general preveían que las viviendas queden cercanas a sus chacras, donde poseían sus cultivos.

Por lo visto existían pueblos más consolidados, con un ordenamiento urbano, plaza como espacio común y diferentes tipologías de casas de acuerdo una jerarquía.

7. SISTEMAS ESPACIALES EN CHIQUITOS

Son inexistentes vestigios visuales de las viviendas en las que habitaban los *Chiquitanos* pre-misionales, por un lado por la fragilidad y temporalidad de los materiales con los que fueron hechas y por otro a la escasez de trabajos de investigación arqueológicos en búsqueda de restos sobre ellas. Por lo tanto, nos quedan las crónicas y los relatos de los primeros misioneros que vieron como vivían estos pueblos.

Las edificaciones en Chiquitos

Existieron diferentes tipologías de construcciones en los asentamientos de Chiquitos. Las fuentes primarias nos han llegado de los relatos de los misioneros que visitaron la región. En la mayoría de los casos restaban interés y menospreciaban las viviendas indígenas por ser efímeras y frágiles (Roth, 1996). Hay que diferenciar las viviendas descritas de los grupos semi-sedentarios quienes hacían moradas temporales y los grupos sedentarios, quienes realizaron varias tipologías, poniendo mas cuidado en la construcción de sus viviendas.

Entre las naciones nómadas, grupos recolectores y cazadores, en la región de Chiquitos, los de lengua *Zamuca* o de lengua *Tapacura*, erigían sus moradas con las mínimas comodidades, frágiles y precarias. Utilizaban para la construcción paja, arbusto y ramas. (Knogler, 1970: 279). Otros grupos nómadas de dialecto Caipotorades, de la familia de lengua *Zamuca*, limpiaban el lugar donde pernoctarían, ataban esteras a los árboles y dormían sobre la tierra en mantas. Al mudarse recogían todo para llevárselo al próximo lugar (Muriel 1766: F109V-110).

Castillo habla de viviendas estrechísimas, frágiles y mal ubicadas, que cuando llovía se inundaban (Querejazu, 1995).

Entre las viviendas de grupos sedentarios de Chiquitos, el P. Diego Martínez, quien visitó la región el 1592, describe las casas como pequeñas con puertas bajas por las que se entra a gatas, para protegerse del frío y evitar asaltos de enemigos, relato confirmado por Diego de Samaniego el 1600 (Tomichá, 2002: 226) y Fernández el 1726 (1895: 52).

El P. Arce quien estuvo el 1691 entre los *Piñocas*, más bien las describe como chozas miserables cubiertas con insuficientes hojas, donde incluso algunos dormían al aire libre (Fernández, 1895: 86).

El P. Burgos (1728: 42) el 1703 comenta sobre una vivienda a manera de horno, con postes, techo de paja y puerta pequeña para protegerse de los mosquitos. Además describe las casas para varones formada por enramados que podía incluso servir para recibir a huéspedes y lugar de fiesta, descripción similar a la del P. Fernández del 1726 (1895:53).

Existieron viviendas de los nativos de Moxos similares a las Chiquitanas, el P. Eder quién trabajo en esa región a mediados del s. XVIII, describe las casas circulares.

Las viviendas de los pueblos de lengua *Chapacura*, eran amplias, vivían hasta 8 familias, estaban cubiertas de hoja de *motacú*, palmera que abunda en la región (Parejas, 1995: 263).

Fernández describe las viviendas de los *Manasicas*, según lo visto por Caballero. Las más grandes de los capitanes y el cacique principal con función pública para fiestas o banquetes y al mismo tiempo templo de los

dioses Luego estaban las casas de las familias proporcionadas y donde podían recibir a forasteros que los visitasen (Fernández, 1895: 262). Charlevoix (1943: 228) confirma la descripción de las diferentes casas de los *Manasícas* y añade que las casas para los caciques eran 3 a 4 dividas en aposentos y aposentos.

Existen otros testimonios, como los del Padre Marbán que mencionan la existencia de cocinas y casas separadas y que en algunas de éstas de forma redonda, vivían dos o tres familias.

Roth (1995: 516) analizando las crónicas de los *Manasícas* deduce que existían varios tipos de casas según la jerarquía. Las casas grandes, las casas particulares y las casas abiertas.

Ahora pasamos a describir las viviendas según su forma, abierta, circular o alargada.

Vivienda abierta

Era una cabaña de estructura de postes de madera con cubierta a dos aguas de hojas de palma que caían hasta el suelo, no existían cerramientos perimetrales. Solía construirse para reuniones sociales, vivienda de los más jóvenes o como refugio cuando se iba a cazar, pescar o cosechar.

Vivienda circular

Estas construcciones circulares medían de 3 a 4 m. de diámetro y de altura, de acuerdo a la descripción de Eder (Roth, 1995: 516)

Estaban formadas por un poste central enterrado, que servía posteriormente para replantar la posición circular de palos de madera hincados en el suelo y por el otro extremo amarrados al centro del poste. La cubierta se colocaba encima de esta primera estructura con hojas de palma colocadas desde la punta de la cubierta hasta el suelo. Tenía la forma cónica con la punta en forma de cúpula. Podía existir la variante de un pequeño cerramiento vertical de troncos de madera de 1 m de altura y encima la estructura curvada de madera

Fawcett describe dos siglos después, en su expedición de 1913 a nativos que vivían entre Apolo y Rurrenabaque, al norte de Chiquitos. Las malocas tenían forma cónica, de diámetro 30,50m, apoyadas sobre un poste largo y agudo (1915: 223).

Eran construcciones oscuras, sin ventanas y con puertas muy pequeñas, para protegerse de posibles ataques de enemigos

Vivienda alargada

De planta elíptica, constituidas por una estructura de postes de madera hincados y una cubierta cónica que cubría hasta el suelo. Eran las edificaciones más grandes, sin ventanas, con una puerta lateral y otra en el extremo. (Roth, 1995: 509).

Estaban relacionadas con la plaza, un espacio grande y vacío. Roth (1995: 509) al referirse a esta vivienda la compara con la actual maloca de los Pai Tavitera en Paraguay.

Según las crónicas en ellas vivían los capitanes o caciques con sus mujeres (Caballero 1706/1933: 17). También podían ser lugares de reuniones comunales, fiestas o de ceremonias religiosas.

En el interior existía fogón, que ardía constantemente para espantar moscas y mosquitos. El humo salía por la pequeña puerta (Freyer, 2000 :102). Tenían de ajuar esteras, hamacas o palos largos amarrados para formar camas.

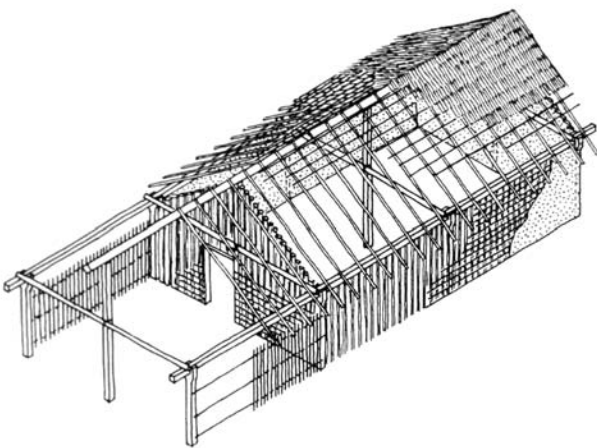
Los tramos de los postes demarcaban el espacio de uso. La cultura material es muy uniforme y mínima en relación a una cultura de subsistencia.

En la actualidad, en la región de Chiquitos existen pueblos rurales que han conservado en cierta medida elementos pre-misionales junto a tradiciones misionales y republicanas (Roth 1995: 516) como en los rancheríos chiquitanos donde alargadas viviendas, divididas en habitaciones son compartidas por varias familias.

Vivienda tradicional en Chiquitos en la actualidad

En la actualidad en el ámbito rural de Chiquitos se observan tipologías de viviendas vernáculas similares, a pesar de que han sufrido variantes espaciales y constructivas, debido a los procesos históricos y sociales que se han dado en la región (Fig. 3.21).

Según Roth (1995: 516) cierta tipología de características constructivas similares a las de Chiquito misional, barro, encañado, techo de palma, como la casa con atrio o *punilla*, tiene cierta relación con la iglesia misional por la existencia en ambos casos de atrio. Incluso las capillas de estos pueblos, siguen esta tipología espacial a escala mayor, motivo por el cual hace evidente su nexo con las iglesias misionales (Fig. 3.22).



3.21 Casa chiquitana. Formada por dos sectores: Atrio o *punilla* e interior diáfano
Roth, 1995



3.22 Tipo de capilla precaria en la actualidad en Chiquitos
Kuhne

8. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN CHIQUITOS

En todos los grupos étnicos y lingüísticos de Chiquitos las construcciones eran de base vegetal, construidas con herramientas de piedra, huesos y maderas. Las uniones de los elementos portantes, los postes, eran a base de nudos de lianas. Los cerramientos y cubierta de paja o hojas de palma. A continuación describiremos con más detalles los materiales, las herramientas y el proceso constructivo en Chiquitos.

8.1 Materiales y herramientas

Los grupos nómadas como los de lengua *Zamuca*, como antes ya hemos descrito utilizaban sólo materiales de origen vegetal, encontrados en los lugares dónde pernotaban. Tenían que ser fáciles de manipular y erigir, entre los más usuales estaba la paja, diversos tipos de arbusto y ramas.

En relación a los materiales utilizados por los grupos sedentarios, estos también eran de origen vegetal, buscando que la duración de los mismos sea de mayor tiempo. Para las diversas tipologías de construcciones, utilizaron: postes de madera para la estructura de la vivienda; troncos de madera y cañas para los cerramientos; y hojas de palma, cortezas o paja para la cubierta. De acuerdo a Tomichá (2002: 318), no utilizaron barro, material agregado en el período jesuítico.

En cuanto a las herramientas dependía de la forma de vida del grupo, los nómadas utilizaban herramientas más simples, abandonadas cuando se trasladaban. Eran sencillas y rudimentarias, en base a materiales que les daba el medio (Freyer, 2000: 59)

Las herramientas utilizadas por los grupos sedentarios eran más elaboradas, basadas en materiales naturales, situación que causo sorpresa los misioneros por las grandes construcciones realizadas con simples herramientas.¹⁵

Entre las herramientas utilizadas en la construcción podemos describir las siguientes:

Las *hachas de piedra*, herramientas de mayor utilidad. Solían usarlas para construir las viviendas. También eran útiles para cortar árboles, hacer herramientas de caza y pesca, como flechas, arcos, mástiles y herramientas de cultivo, como el de azadón de madera dura. En Santa Ana algunos grupos conocían hachas engarzadas a mangos, compuestas por una cuchilla de tres pulgadas de ancho y por el otro lado puntiagudo para incrustar en el mango (Freyer, 2000: 59).

¹⁵ Fernández describe la impresión de Caballero por las grandes casas que construían los *Manasicas* y "*lo que más admira es que para fabricarlas no usan de otro instrumento que de una hacha de piedra con que cortan maderos muy gruesos, aunque con mucha dificultad*".

Herramientas cortantes, fabricadas de conchas, dentadura o dientes sueltos de piraña. Estaban atados a un mango (Freyer, 2000: 59) .

Cola de raya, dentada en dos lados, podía ser utilizadas como un pequeño serrucho (Freyer, 2000: 59)

No producían hierro, pero algunos grupos Chiquitanos tenían comercio de trueque con los Arawak y con diversos grupos del altiplano, de esta manera conseguían metales para sus herramientas y armas, lo que reforzaba su soberanía (Krekeler, 1993: 210).

8.2 Proceso de erección

Proceso de erección de vivienda nómada

En relación a las viviendas de los grupos nómadas, Knogler (1970: 279, 306) explica el proceso de construcción de los que encontró en Santa Ana, comenzaba con el hincado de dos palos en la tierra, sobre los que apoyaban un palo, para formar un pórtico y encima colocaban ramajes y paja para formar la cubierta.

- a. Colocación de estructura principal
- b. Colocación de cobertizo

Proceso de erección de vivienda semi-nómada

Era una vivienda en base a postes de madera de mayor durabilidad que la vivienda efímera de los grupos nómadas. Sin embargo debido a la fragilidad que presentaban muchos cronistas relatan sobre el tiempo que perdían los indígenas en la reparación y construcción de sus casas. El proceso constructivo seguía los siguientes puntos:

- a. Hincado de postes principales
- b. Colocación de vigas y estribados principales
- c. Colocación de estacas alrededor de la planta
- d. Colocación de la cubierta

Proceso de erección de vivienda tradicional

La construcción tradicional de esqueleto de madera actual en Chiquitos, que ha tenido influencias de la construcción ancestral pre-misional tiene las

siguientes etapas: en tiempo seco se construye el techo, en tiempo de lluvias se usa el agua del techo para la mezcla del barro con paja y de esta manera embarrar la pared de encañado, así se trabaja siempre bajo techo (Fig. 3.23). (Roth 1995: 517)



3.23 Proceso de erección de vivienda rural actual en Chiquitos
Fotos Rodríguez, 2004

9. CONCLUSIONES PARCIALES

En las culturas prehispánicas Andinas, Amazónicas y del Chaco cercanas a la región de Chiquitos, existieron grandes edificaciones diáfanas con estructuras de postes de madera.

Las **culturas prehispánicas andinas** que formaban parte del Imperio Inca, desarrollaron un alto nivel en la estructura urbana y arquitectura. Los asentamientos tenían grandes plazas donde celebraban ritos religiosos y fiestas, podían ser centrales, semi subterráneas o encerradas. Las edificaciones principales según su uso tenían las *callancas* o salones comunales, los *acllahuasi* o monasterios, los *colca* o graneros, las *huacas* o edificios curvados y las *chullpas* o edificios cilíndricos.

Las construcciones andinas, usaban gruesos muros de piedra con arcilla, aunque en los principales edificios se usó el sistema ashlar, piedras escuadradas biseladas encajadas una a otra a presión. La estructura de cubierta estaba formada por palos no escuadrados a manera de pares que daban la inclinación a dos aguas, en caso de gran luz tenían una especie de nudillo. Encima de ellos se colocaban correas y la viga cumbreira que apoyaban en los hastiales. Todas las barras eran amarradas con lianas.

La *callanca* de Incallacta, es un edificio Inca actualmente en ruinas, de planta rectangular en el que diferentes hipótesis sugieren una estructura de pilares que ayudaba a sostener la cubierta. El interés de este edificio radica en las proporciones similares a las iglesias de Chiquitos y la relativa cercanía del asentamiento de Incallacta con las naciones de las tierras bajas que tuvieron contacto con los *Chiquitos*.

En las **culturas amazónicas** las diferentes etnias que poblaron este inmenso territorio han desarrollado edificaciones en base a estructuras de madera, tradición que aún persiste en grupos aislados en la selva. Los asentamientos siguen lineamientos cósmicos, geográficos o de género. Las construcciones pueden agruparse en dos tipologías básicas, las estables, formadas por gruesos postes y vigas con cubierta a dos aguas de hojas de palma o paja; y las temporales, formada por troncos delgados, lianas y cubierta de palma, abovedada o de una sola agua.

Entre las edificaciones más grandes conocidas en las culturas amazónicas se encuentran la vivienda de los Jibaros, la jibaría, de planta elíptica, espacio diáfano con estructura de postes hincados en el suelo, maderos que unían los postes, viguería que sostenían el techo inclinado en todos los

sentidos y cerramientos de estacas fijadas al suelo. Otra edificación de similares proporciones es la construida por los Tukano, en este caso la planta era rectangular, los cerramientos de tejidos vegetales pintados con arcilla y carbón.

En las **culturas del Chaco**, se ha encontrado una especie de maloca en grupos de lengua tupi-guaraní, de planta elíptica, con espacio diáfano y estructura de pórticos de madera sobre los que apoyan viguerías que sostienen la cubierta.

La región que abarcó las Misiones de Chiquitos, estuvo habitada antes de la llegada de los conquistadores por varios grupos etno-linguísticos, como los de lengua *Arawak*, *Chapacura*, *Otuqui*, *Zamuca*, siendo el más importante el de lengua *Chiquita*. Hubo grupos de dialectos de lengua Chiquita que se destacaron por su organización sociopolítica, como los *Manasicas*.

Los asentamientos de los **grupos chiquitanos prehispánicos** variaban según el tamaño y forma. Pudieron existir aldeas de hasta 20.000 habitantes, pero debido a la reducción drástica de la población, por nuevas enfermedades y las continuas cazas para esclavizarlos, hicieron que los asentamientos sean más pequeños y no sobrepasen las 500 personas. En los asentamientos de los *Manasicas* existían calles rectas con plazas, otros grupos tenían sus casas entre matorrales sin orden ni calles, también existieron grupos que vivían en grandes casas distanciadas unas de otras. En general las aldeas estaban protegidas por cercas espinosas, trampas envenenadas y fuertes palenques.

No existen restos visuales de edificios de los grupos que habitaron la región de Chiquitos prehispánico. Sin embargo según los relatos de los primeros misioneros existieron diferentes tipologías de viviendas según el grado de permanencia del grupo en un lugar. Así entre los grupos nómadas como los de lengua Zamuca o Tapacura, sus moradas frágiles eran de paja, arbusto y ramas.

Entre los grupos sedentarios, las casas de los *Chiquitos*, eran ovaladas, estructuras de palos, cubierta de paja, con puertas bajas, situación por la

cual se los denominó posteriormente *Chiquitos*. Los Chapucura tenían viviendas más amplias en la que cabían hasta 8 familias, cubiertas con hojas de palma. Los *Manasicas* tenían diferentes viviendas, las más grandes eran moradas de los capitanes o de uso público, de espacio diáfano, planta elíptica, con postes hincados y cubierta cónica que cubría hasta el suelo. Las viviendas de las familias tenían forma circular de 3 a 4 metros de altura y de diámetro. Tenían un poste central desde donde se apoyaban palos inclinados hasta el suelo y encima se colocaba la cubierta con hojas de palma colocadas desde el suelo hasta la punta de la cubierta. Las viviendas abiertas, eran grandes cubiertas sostenidas por palos hincados al suelo sobre los que se apoyaban una viga cumbrera y luego palos inclinados que sostenían las hojas de palma. Los frontis de ambos lados no tenían ningún cerramiento por lo que la vivienda quedaba abierta en sus extremos.

Las herramientas utilizadas en la construcción de las edificaciones en Chiquitos prehistóricas eran piedras afiladas, huesos y maderas. Trabajaban con hachas de piedra, herramientas cortantes de conchas o dientes de pirañas, colas de rayas como pequeños serruchos. Aunque no producían hierro, los conocían por los trueques que hacían con grupos andinos y los Arawak.

El proceso de construcción se iniciaba con el hincado de los postes en el suelo, sobre los que se apoyaba y amarraba un palo horizontal que hacía de cumbrera. Según el tamaño de la edificación, se colocaban otros postes más pequeños laterales sobre los que descansaban otros palos horizontales, de esta manera se formaban pórticos en los que se apoyarían las vigas y las cubiertas vegetales. En Chiquitos prehispánico no se usaba el barro como elemento de cerramiento, los muros si existían eran la misma cubierta que llegaba hasta el suelo, tejidos vegetales o estacas de madera. El uso del barro sobre el encañado se comenzó a utilizar en las Misiones, tradición que actualmente se siguen utilizando en la región con el nombre de *tabique*.

CAPITULO CUARTO

CONSTRUCCIÓN CON PILARES
DE MADERA EN EUROPA HASTA
EL SIGLO XVIII

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la investigación en este capítulo es caracterizar edificios de tres o más naves divididos por pilares de madera en Europa que pudieron servir de modelo a las iglesias de las Misiones Jesuíticas de Chiquitos.

La metodología de trabajo empleada se basa en dos áreas de investigación: la documental y de trabajo de campo. En primer lugar se ha realizado un estudio genérico del uso de la madera en las construcciones desde la Protohistoria, con el fin de obtener un panorama completo de la evolución de las estructuras de madera en Europa. Luego se ha definido un estudio específico delimitado por un marco histórico que abarca tipologías de construcciones desde el siglo XII hasta el XVIII, período de mayor uso de la madera en la edificación. También se ha definido un contexto geográfico delimitado a las regiones donde en la actualidad aún se conservan edificios de tres naves divididos por pilares de madera en todo el occidente europeo, estos se encuentran en los actuales países de Bélgica, Alemania, Inglaterra, Suiza, norte y centro de Francia. Aunque en España no existen edificios con pilares de madera, se han tomado ejemplos de armaduras de cubierta similares a las utilizadas en Chiquitos, por la directa relación que tuvo la península ibérica con las colonias americanas.

De acuerdo al uso los edificios con pilares de madera se han clasificado en: viviendas, graneros, mercados, salones e iglesias. Para luego analizar las características arquitectónicas, sistemas constructivos y funcionamiento estructural.

En relación a las características arquitectónica, se analiza las tipologías de plantas y secciones. Se estudio el uso de proporciones geométricas, tanto en el replanteo del edificio como en la definición de los elementos que conforman toda la estructura de madera, así como en la elaboración de las armaduras de cubierta. Es también necesario, basados en el periodo cronológico delimitado previamente, observar diferentes estilos arquitectónicos utilizados en las construcciones de madera. De esta

manera también se han caracterizado elementos decorativos en las edificaciones de madera estudiadas.

En relación al estudio de los sistemas constructivos, se han caracterizado diferentes tipologías de arcos, capiteles, ménsulas, así como los procesos de erección de los pórticos de madera en los edificios. Otros elementos tomados en cuenta en este análisis son las tipologías de uniones, ya sean estas ensambles, empalmes o acoplamientos. Y también los tipos de herramientas, medios auxiliares y maderas utilizadas en las diferentes construcciones analizadas.

Con el fin de conocer el comportamiento estructural de algunos ejemplos se ha realizado el cálculo estático de la estructura en tres edificios escogidos previamente. De esta manera se pueden observar los puntos más solicitados del conjunto, la estabilidad de los pilares de madera y confrontarlos con las normativas que actualmente están en vigencia.

Entre las fuentes no publicadas utilizadas en el estudio, han sido de gran utilidad los planos de las iglesias suizas, propiedad del *Denkmalpflege des Kantons Bern* (Centro de Conservación de Edificios Históricos del Cantón de Berna). En relación a los mercados, graneros e iglesias de madera en Francia, han sido de gran utilidad los archivos de planos del *Centre de Recherches sur les Monuments Historiques* de Paris así como su publicación del 1985 “Charpentes d’assemblage du XVI^e siècle au XIX^e siècle”, otros documentos de importancia por los estudios que realiza de edificios naves con pilares de madera medievales en Francia e Inglaterra son las publicaciones de Walter Horn, en las revistas *Journal of the Society of Architectural Historian* el 1958, *The Art Bulletin* el 1962 y en el libro “*The Shape of the past*” el 1981. En relación a estructuras de madera alemana han sido de ayuda el libro publicado el 1991 por Gunther Binding “*Das dachwerk: auf Kirchen im deutschen Sprachraum von Mittelalter bis zum 18 Jahrhundert. Deutscher Kunstverlag*” Estudios recientes sobre dendrocronología han redescubierto la fascinación por los armaduras de cubierta y las tipologías de estructuras de madera antiguas, así otro libro de referencia es el publicado por Patrick Hoffsummer el año 2002 “*Les*

Charpentiers du XIe au XIXe siècle. Typologie et evolution en France du Nord et en Belgique” donde describe 300 tipologías de armaduras del norte de Francia y Bélgica. Otro arqueólogo es Frédéric Epaud que publica el libro *“De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie”*. En relación al estudio de las armaduras de cubierta española, han sido de importancia los libros de Enrique Nuere, *“La carpintería del lazo. Lectura dibujada del manuscrito de Fray Andrés de San Miguel”* del 1990 y *“La carpintería de armar española”* del 2000.

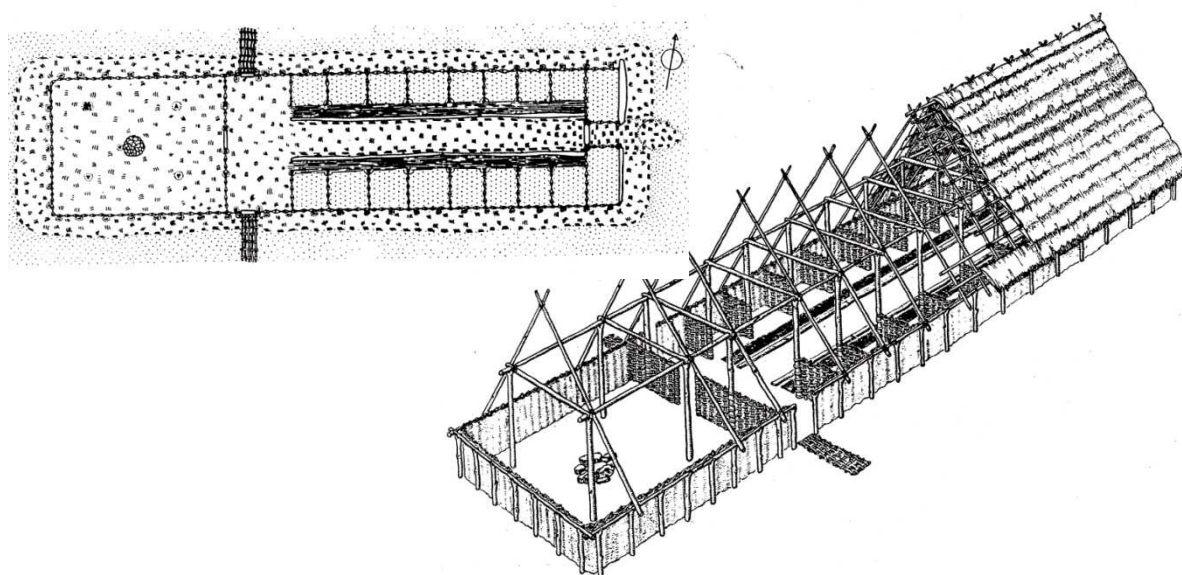
En relación a los tratadistas y las estructuras de madera ha sido de utilidad el libro de María Isabel Gómez publicado el 2006 *“Las estructuras de madera en los tratados de arquitectura (1500-1810)”*

Otros artículos indexados en revistas y publicaciones de congresos de historia de la construcción han sido de utilidad como los escritos por Simona Valeriani, Ángel Candelas, Miguel Carlos Fernández Cabo.

2. EVOLUCIÓN DE EDIFICIOS DE PILARES DE MADERA

2.1 Origen de los esqueletos de madera en Europa

Las edificaciones con esqueleto de madera de varias naves, de acuerdo a descubrimientos arqueológicos en Holanda, Alemania, Escandinavia, Islandia, Francia e Inglaterra¹⁶, fueron de uso intensivo en las zonas boscosas europeas desde la Protohistoria. Tenían la función de servir al mismo tiempo, como vivienda, establo y granero. (Fig. 4.1)



4.1 Vivienda en Feddersen Wieden, Bremerhaven, Alemania; siglo II D.C.
Plano de Haarnagel, Born, W. 1981.

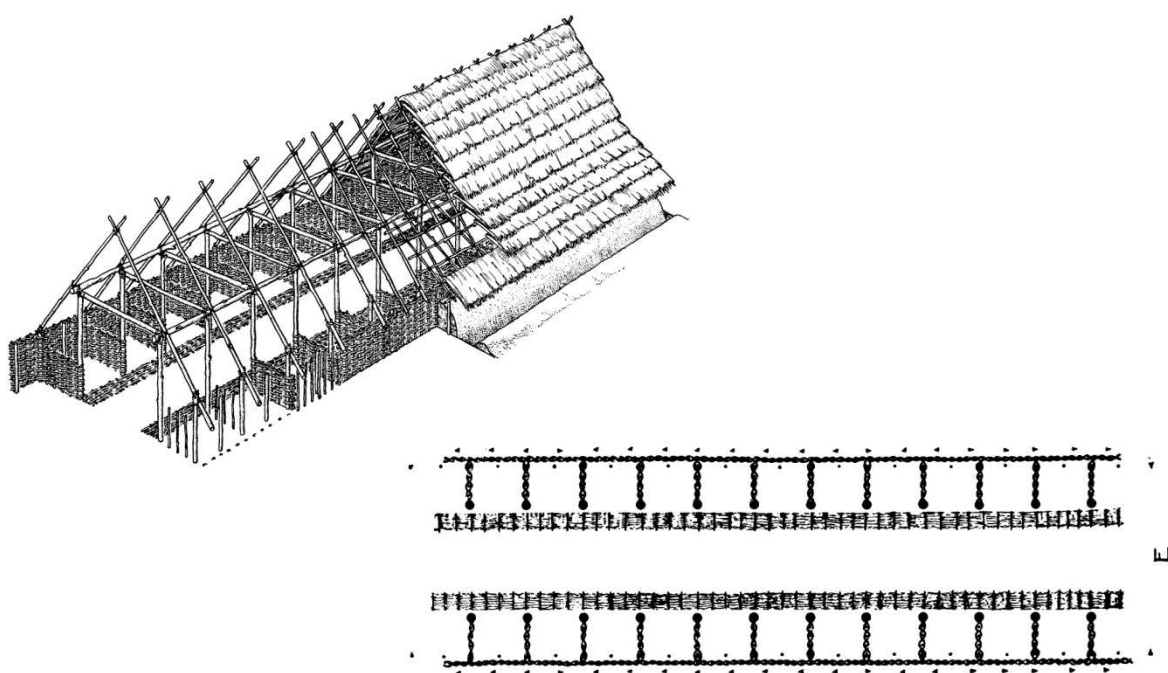
En lugares de mayor abundancia de bosque, las construcciones eran completamente de madera. Existían los muros de tronco o rollizo, hincados directamente al suelo y los muros de tablonos de madera vertical machihembrados unidos por su base inferior por un durmiente de madera ranurado para encajar las piezas y pilares portantes. Otra técnica antigua consistía en agrupar troncos horizontalmente y unirlos entre ellos a media madera en las esquinas.

Más frecuentes eran los edificios contruidos a base de pórticos, postes y vigas, encima de ellos dos palos inclinados en forma de V invertida que

¹⁶E. Born y W. Horn realizaron una serie de investigaciones que ayudaron a valorizar los mercados y graneros medievales en Francia, Inglaterra y países centroeuropeos.

servían de apoyo al revestimiento de la cubierta (Fig. 4.2). La característica principal de la estructura es el hincado de postes al suelo, formando un empotramiento y dando estabilidad al esqueleto. Los pórticos según la necesidad formaban dos, tres o mas naves y en sentido longitudinal crecían en tramos equidistantes. Los tramos de los pórticos estaban unidos con vigas estribando el conjunto.

La planta era rectangular o semicircular en los extremos. El espacio interior dividido en celdas, de acuerdo al uso se ubicaba en un extremo la vivienda con el fogón, después los granos y al otro extremo los animales.



4.2 Granero y establo. Siglo III A.C. Ezinge (Prov. Groningen), Holanda
Dibujo de Schwarz, W. Horn, 1954

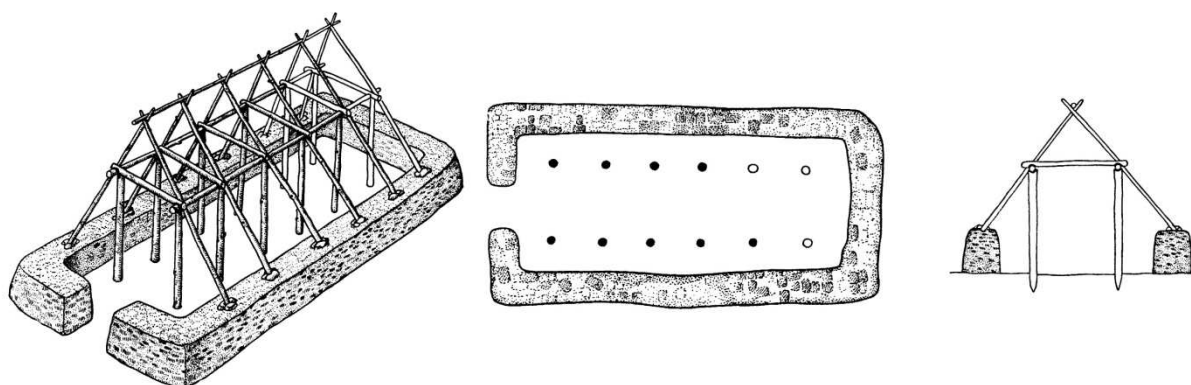
Los cerramientos exteriores e interiores eran hechos por encañados con barro, tierra e incluso tablas de madera. En las zonas donde abundaba la madera las construcciones eran enteramente de madera, podían ser muros de troncos, hincados directamente al suelo. Existían muros de rollizos o muros de tablones de madera, hincados directamente al suelo.

La cubierta era de paja o ramajes, que protegían el interior de la lluvia y del frío. Se colocaban fajos de paja amarrándolas con lianas a maderos horizontales.

En lugares más fértiles, como en la actual Frisia, los asentamientos se construyeron en elevados montículos de estiércol y arcilla. La gente que vivía alrededor de pantanos, tenía acceso a mejor madera y como resultado sus granjas eran más importantes. Los edificios en zonas arenosas y arcillosas permanecieron esencialmente similares hasta el 600 D.C., pero después de siglo III las edificaciones se construyeron de mayor longitud para tener mayor espacio de trabajo y posibilidad de mayor almacenaje de cebada y avena. Mientras que el centeno, considerado un hierbajo hasta el siglo I, incrementó su importancia en la dieta por lo que era mantenido al exterior en pozos. Mientras que el heno, debido al peligro de su espontánea combustión, posiblemente también fue dejado afuera apilado.

Así hacia finales del siglo V D.C., en la región de Geest, existieron granjas que alcanzaron de 40 a 60 metros de longitud, debido a grandes cosechas y al incremento del número de actividades realizadas dentro del edificio. Se empezó a utilizar como abono el estiércol recogido de los establos en esterillas y mezclado con vegetales.

Con el pasar del tiempo estas granjas se redujeron, y se dividieron en graneros y cabañas (Fig. 4.3). Se amplió el espacio interior e incluso se llegaron a fundir los pilares centrales con los de los extremos, formando edificios de una sola nave.



4.3 Casa de madera. Siglo VI a XI. Leens, (Prov. Groningen), Holanda
Horn, 1954

Los grupos germánicos entre el siglo V al VI, como los sajones y otras tribus, que inmigraron hacia Inglaterra, construyeron edificios más cortos, sin establos interiores, debido a la menor actividad ganadera, a la permanencia de los animales al aire libre por el clima templado y al incremento del cultivo al ser una tierra más apta para ello.

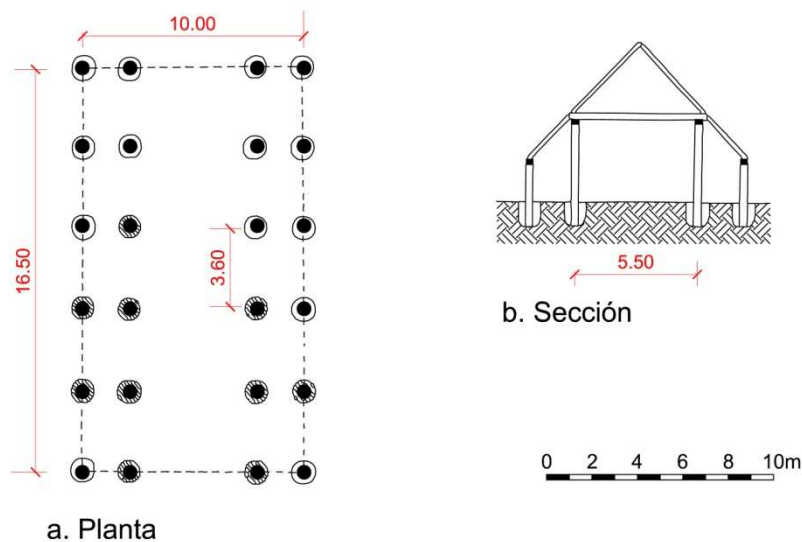
Hacia el 630 D.C., cuando termina el periodo de migración, aparecen asentamientos como el de Dalem, en el norte de Alemania (Kirk: 1994). Eran edificaciones de una sola nave, sin pilares interiores y el ganado encerrado en cercas. Al iniciar el siglo IX, gradualmente se amplían las construcciones a ambos lados de los muros exteriores.

El desarrollo de las construcciones con pilares de madera nativas en el norte de Europa entre los siglos XI y XIV es desconocido, el asunto radica en que no existen trazas de edificios, de hecho hay una relación restos arqueológicos desde la Edad de Bronce hasta mas o menos el siglo XI o XII, y de allí el salto es hasta el siglo XV. La explicación yace en un alto mejoramiento del sistema de construcción.

Los edificios hasta esa fecha eran contruidos con pilares o tablones hincados al suelo, lo que hacía que la humedad produjese pudrición rápidamente y la construcción había que reemplazarla cada 25 años mas o menos. Sus restos se muestran en forma de manchas oscuras en el suelo, por lo que es fácil deducir a los arqueólogos el diámetro, la posición, la profundidad y el ángulo de los pilares. De todas maneras aunque la superficie de la construcción es clara, la reconstrucción de los esqueletos de madera y la forma de la cubierta, está basada en teorías académicas. En el ejemplo que mostramos en la figura 4.4 de una iglesia con estructura de madera ubicada en Breberen (Alemania), podemos ver la deducción de la superficie completa y la ubicación de los postes de madera de la planta en base a los restos encontrados de algunos de ello, pero la formación de la inclinación de la cubierta y el sistema de armadura es una interpretación del autor, Tholen (Horn, 1954: 4).

El hecho de no existir restos entre el siglo XII al XIV, se debe a que en este periodo se realiza la transición desde los frágiles pilares hincados de

madera hacia los pilares apoyados sobre una base de piedra. Para esto propósito se utilizaron rocas de la Era Glacial y debido a su escasez, cuando un edificio era abandonado, las piedras eran transportadas a otro sitio. Al no encontrarse restos de huecos de pilares entre los siglos XII al XIV, ha motivado que los investigadores especulen la evolución en los periodos posteriores y anteriores al mismo.



4.4 Iglesia de madera. Breberen (Aachen), Alemania. Entre siglo VIII al IX
Reconstrucción por Tholen, P.

La evolución alcanza a todo el proceso de construcción en entramados de madera, a partir del siglo XIII empieza a desaparecer la carpintería tradicional rural y se comienza a producir componentes estándares para las estructuras, como en los entramados prefabricados, tal el caso de la *hallenhaus*. (Milobedzki 1989: 180)

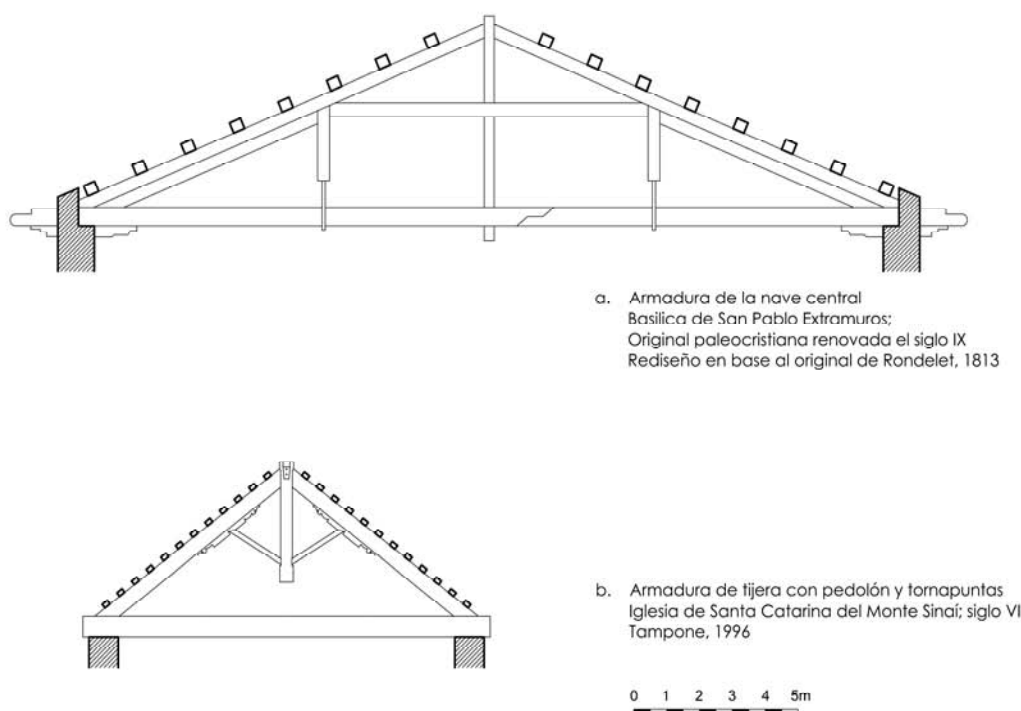
2. 2 Influencia y desarrollo de las armaduras románicas en edificios de naves con pilares de madera

Las armaduras románicas están compuestas esencialmente por pares o vigas inclinadas trianguladas con un tirante o viga horizontal formando cuchillos o tijeras. Fueron utilizadas posiblemente por primera vez en el siglo VI A.C. en templos sicilianos (Valeriani, 2005: 1039) y conocidas en la

arquitectura romana, aunque Vitruvio en su libro *De Architectura* (4: 2) no las mencionase de manera específica. Por ser inicialmente conocidas en el arco del Mediterráneo, donde suele llover poco y no es común la nieve en invierno, la inclinación de las tijeras era baja y se utilizaba como revestimiento tejas de cerámica cocida.

En la actualidad el ejemplo en pie más antiguo son las tijeras de la iglesia de Santa Catalina, en el Sinaí (Siria) del siglo VI (Fig. 4.5 b), formada por vigas, riostras, pendolón y tirante. La característica estructural de este tipo de tijera es la función del pendolón suspendido, al estar sometida a tracción, equilibra la resultante vertical de los empujes de los pares con los de las tornapuntas (Arriaga [et al]; 2002: 321).

Otras armaduras de tijeras, dependiendo de la luz a cubrir y la técnica a desarrollar podían tener mas elementos como contrapares, nudillo, péndolas, etc, es el caso de la armadura de la basílica de San Pablo Extramuros de origen paleocristiano y renovada en el siglo IX (fig.4.5 a). El pendolón esta ensamblado con el tirante y las péndolas están suspendidas. Estas tijeras son más conocidas como *palladianas* por la difusión que tuvieron los dibujos de Palladio en el siglo XV, aunque fueron utilizadas con anterioridad.



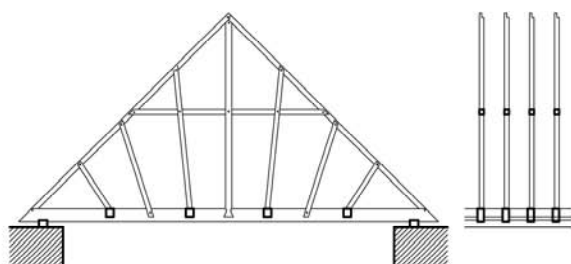
4.5 Armaduras de tijeras románicas

El uso de las armaduras de tijeras trianguladas se utiliza en edificios de la Iglesia en el norte y centro de Europa, situación que durante el siglo XII y XIII crea dos tradiciones diferentes. Los monasterios en Francia, sobre todo en Burgundy que es el corazón de los monasterios Cisterciense y de Cluny se preserva la tradición del románico, con el uso de fábrica de ladrillo o piedra y armaduras de cubierta de tijeras, mientras que en su entorno predomina las construcciones de madera tradicional de los pueblos de raíces germánicas y celta.

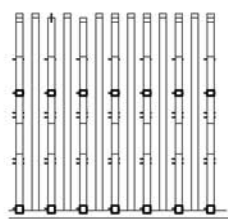
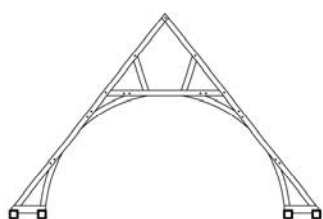
Con la excepción del granero de los Templarios de Sant Vaubourg del siglo XIII, diferentes tipologías de la tijera románica aparecieron en las cubiertas de todos los monasterios medievales franceses. Debido a que tenían mayor inclinación que sus antecesoras, la armadura colocada por tramos, era reforzada por péndolas y tornapuntas; encima de los pares se colocaban las correas, con la función de transmitir las cargas de la cubierta directamente a la tijera; sobre las correas se colocaban los cabrios y luego el entablonado que recogía las tejas. La estructura es autoportante diseñada para resistir cargas y empujes laterales. Cuando es necesaria la reparación, los cabrios se pueden retirar sin molestar a la armadura.

Ahora bien, los constructores intentaron aliviar el peso de la cubierta y aumentar la resistencia de los muros a las cargas verticales, incrementando la inclinación de los techos y simultáneamente reduciendo el espesor de la tijera triangulada románica. La solución fue retirar las correas y colocar los pares secundarios o cabios en la misma posición que los pares principales. El muro sobre el que descansaban las tijeras podría ser más delgado, con la carga ahora distribuida a lo largo de dicho. Según Viollet Le Duc este tipo de armadura de cubierta se materializó en el siglo XII durante la transición del Románico al Gótico. Como ejemplo en la figura 4.6 tenemos tres tipologías de armaduras diferentes, en 4.6(a) la armadura de la iglesia Saint Germain de Paris de origen románico tiene los tirantes continuos coincidiendo con todos los pares; en 4.6(b) en la casa de Rouen, las tijeras formada por pares principales y tirantes se intercalan con pares secundarios sin tirante; en 4.6 (c) en la iglesia de Bosmont-sur-Serre los

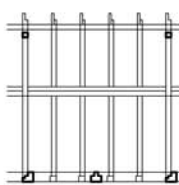
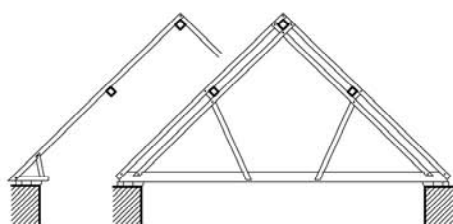
pares formando tijeras con tirantes se colocan cada cuatro pares secundarios, es decir más distanciados.



a. Sección transversal y tramo longitudinal
Iglesia de Saint Germain des Pres, París
1018-1038



b. Sección transversal y tramo longitudinal
Casa en la calle Mapalu, Rouen
Fines del s. XII e inicio del s. XIII



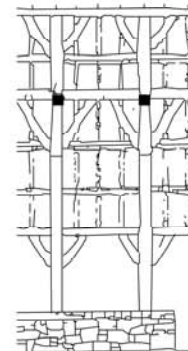
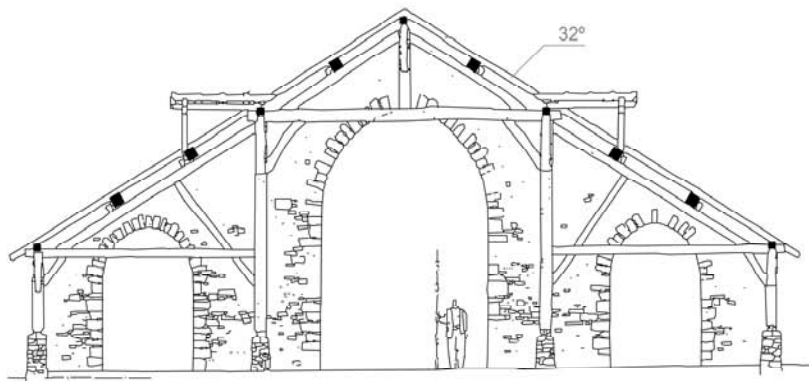
c. Sección transversal y tramo longitudinal
Nave de la Iglesia de Bosmont-sur-Serre (Aine)
1180-1190

0 1 2 3 4 5m

4.6 Evolución de las armaduras en Francia: del sistema de tijeras románicas al de pares góticas

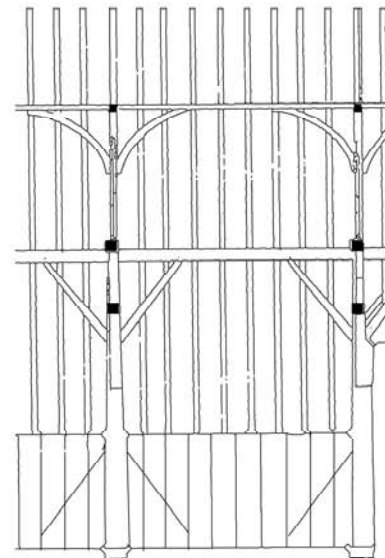
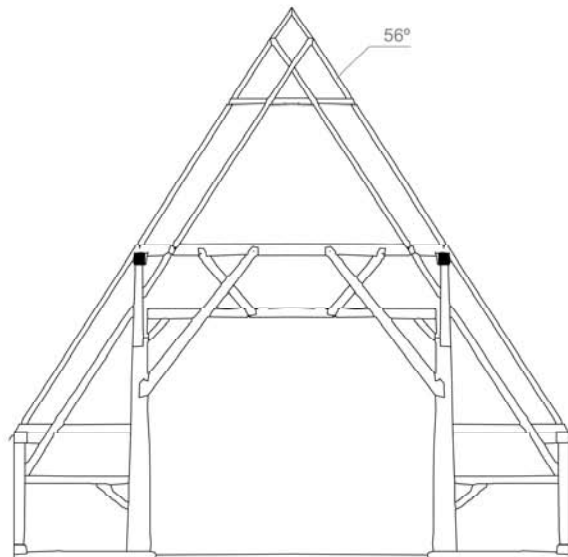
Seiller (1998) confirma que en el siglo XII, las armaduras se convierten en sistemas más complejos que utilizan pares de mismas sección, tirantes y falsos tirantes, mas presentes en el norte de Francia, Bélgica e Inglaterra mientras que las de tijeras con correas de tradición románica, mas en el sur. Es el caso del ejemplo de la figura 4.7 (a) del mercado de Crémieu, la armadura de tijera con correas está formada por pares triangulados con pendolón y riostras en la nave central, mientras que en las naves laterales, los pares están reforzados con tornapuntas; el sistema debido a la inclinación de 32° no requiere mayor complejidad. Al contrario en la armadura de pares del granero de Barley de la figura 4.7(b) debido a la fuerte pendiente de 56° de la cubierta, los pares principales tienen un

segundo orden de contrapares, el pórtico de la nave central es reforzado por un tirante retraído y doble tornapuntas en cruz de San Andrés.



a. Sección Transversal
Armadura de tijeras con correas de tradición románica
Mercado de Crémieu, (Iserre), Francia: 1321
Horn, W. , 1981

Tramo sección longitudinal



b. Sección transversal
Armadura de pares
Granero Barley, Essex, Inglaterra; 1230
Hewett, 1967

Tramo sección longitudinal

0 1 2 3 4 5m

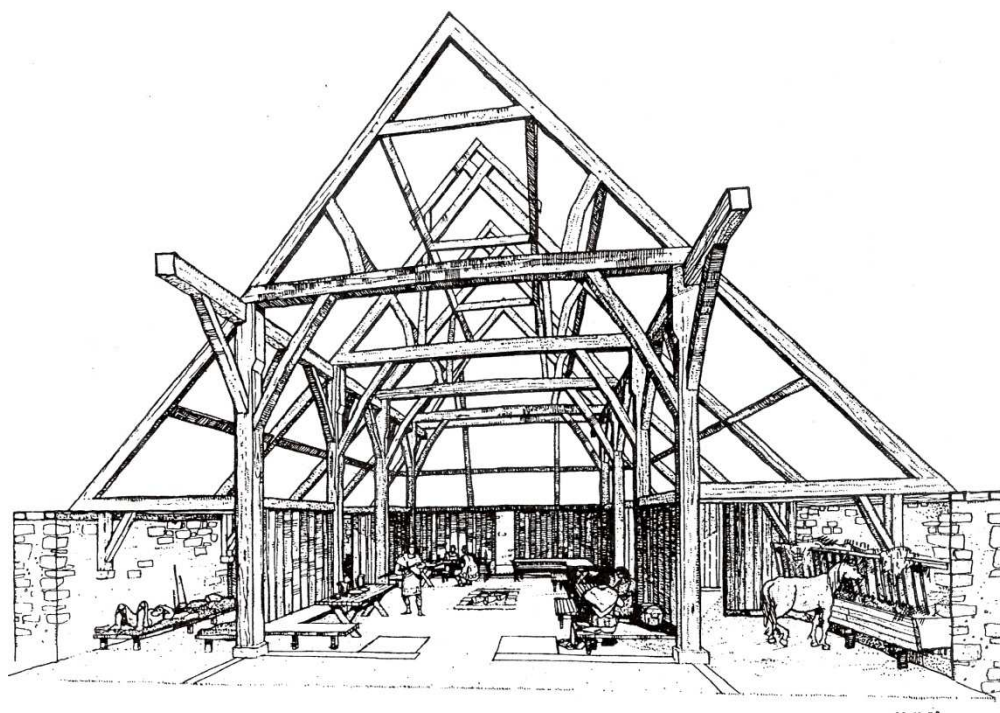
4.7 Tipología de armaduras de tijeras con correas y de pares en n graneros y mercados medievales de tres naves con pilares de madera

En el siglo XII y XIII los graneros de los monasterios habían llegado a tener un gran desarrollo tecnológico, mientras que las viviendas de los campesinos todavía solían ser precarias, por la pudrición de la madera hincada en el suelo. Como mencionamos en el apartado anterior, se utilizó la piedra para aislar la madera del suelo. Para desarrollar este sistema, los carpinteros tuvieron que utilizar una estructura de madera libre, ya utilizada

por algunos grupos en Juntland, al sur de Dinamarca, al final de la Edad de Hierro y en asentamientos romanos en el sur de Holanda en el siglo II y III, pero nunca adoptados por la población local.

Esta tipología retomada por los campesinos, tiene su mayor exponente en el norte de Alemania, en la *hallenhaus*. El proceso de transición hacia los pórticos de pilares sobre piedras comenzó en el siglo XI-XII y terminó en el siglo XIV-XV.

El lenguaje del edificio diseminado por los arquitectos romanos, un milenio y medio antes que la *hallenhaus* pudo haber sido adulterado por los dialectos del norte, pero la Iglesia y el Estado permanecieron en diálogo con el estilo románico. Esto lo podría confirmar en el caso de los edificios auxiliares como el diseño representado en el plano de Sant Gall por Born (1981), donde interpreta una casa-granero para huéspedes de tres naves dividida por pilares, que debió estar presente en todas propiedades monásticas durante el periodo Carolingio y probablemente antes (Fig. 4.8). De hecho algunas de las primeras granjas construidas por los Cistercienses en el siglo XII eran viviendas de los monjes, establos, granero y depósito, todo bajo un mismo techo.



4.8 Plano de Sant Gall
Casa-granero para huéspedes. 820 D. C.
Born, E.; 1981

Hay que puntualizar que la tipología de estas estructuras sufría cambios cuando se construía en otro contexto geográfico, económico y social. Así, los edificios construidos por los sajones cuando llegaron a Inglaterra en el siglo V fueron diferentes a aquellos dejados en Holanda y en el norte de Alemania. También las propiedades monásticas debieron tener un impacto considerable en la población local, al seguir un sistema constructivo diferente al de los nativos. De todas maneras la interacción con la población, a través de sus carpinteros locales utilizados en el mantenimiento de los edificios y el uso de espacios comunes, como los graneros del diezmo, hizo permear el cambio. En este sentido la Iglesia podría ser tomada como un poder aunque pacífico, invasivo.

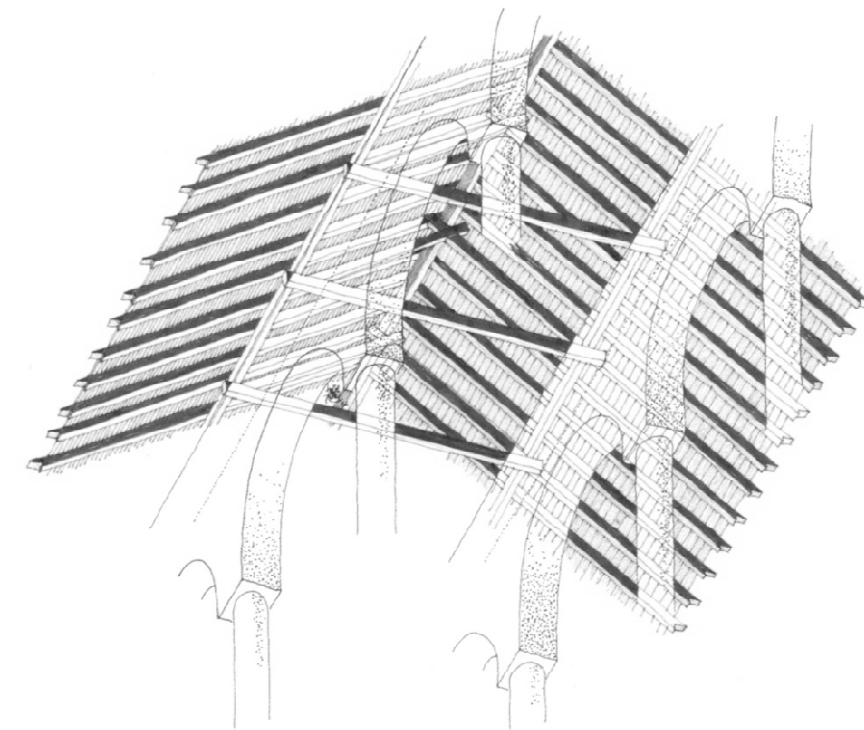
En la Edad Media la construcción en madera es la técnica más utilizada en la edificación¹⁷. Se ven notables progresos en las técnicas de ensamblaje. Su difusión mayor fue sobre todo en el ambiente rural, perdura en este medio en la época moderna, hasta el siglo XIX, pero tiende a verse progresivamente reservado para los edificios auxiliares de granjas, como graneros o depósitos. Las construcciones de edificios con pilares de madera, aparentan rusticidad y un carácter efímero, pero a pesar de ello fueron muy utilizadas en el norte y centro europeo gracias a la amplitud diáfana creada en el interior, al uso múltiple que se le puede dar al espacio y sobre todo por tener bosques cercanos donde aprovisionarse de madera.

En la cuenca mediterránea y en el sur de Europa, no existían grandes extensiones boscosas, por lo que se continuó la tradición románica de construir edificios con estructura portante en piedra o ladrillo y utilizar la madera en la solución de armaduras de cubierta. Las tijeras trianguladas con correas fueron comunes en iglesias medievales como la catedral de Siracusa en Italia.

En España tenemos varios ejemplos de armaduras de tijeras de estilo románico, con armaduras de cubierta formada por pares y tirante triangulados, tal es el caso de las iglesias del valle de Boí, así en la iglesia de San Climent (Fig. 4.9), de tres naves dividida por pórticos de piedra,

¹⁷Idem Seller, M. ;Saint J. V.

tiene una armadura de tijeras trianguladas donde se apoya la viga cumbreira, en ellos se apoyaban los cabrios que se prologaban hasta los muros perimetrales, apoyándose también en los pórticos.



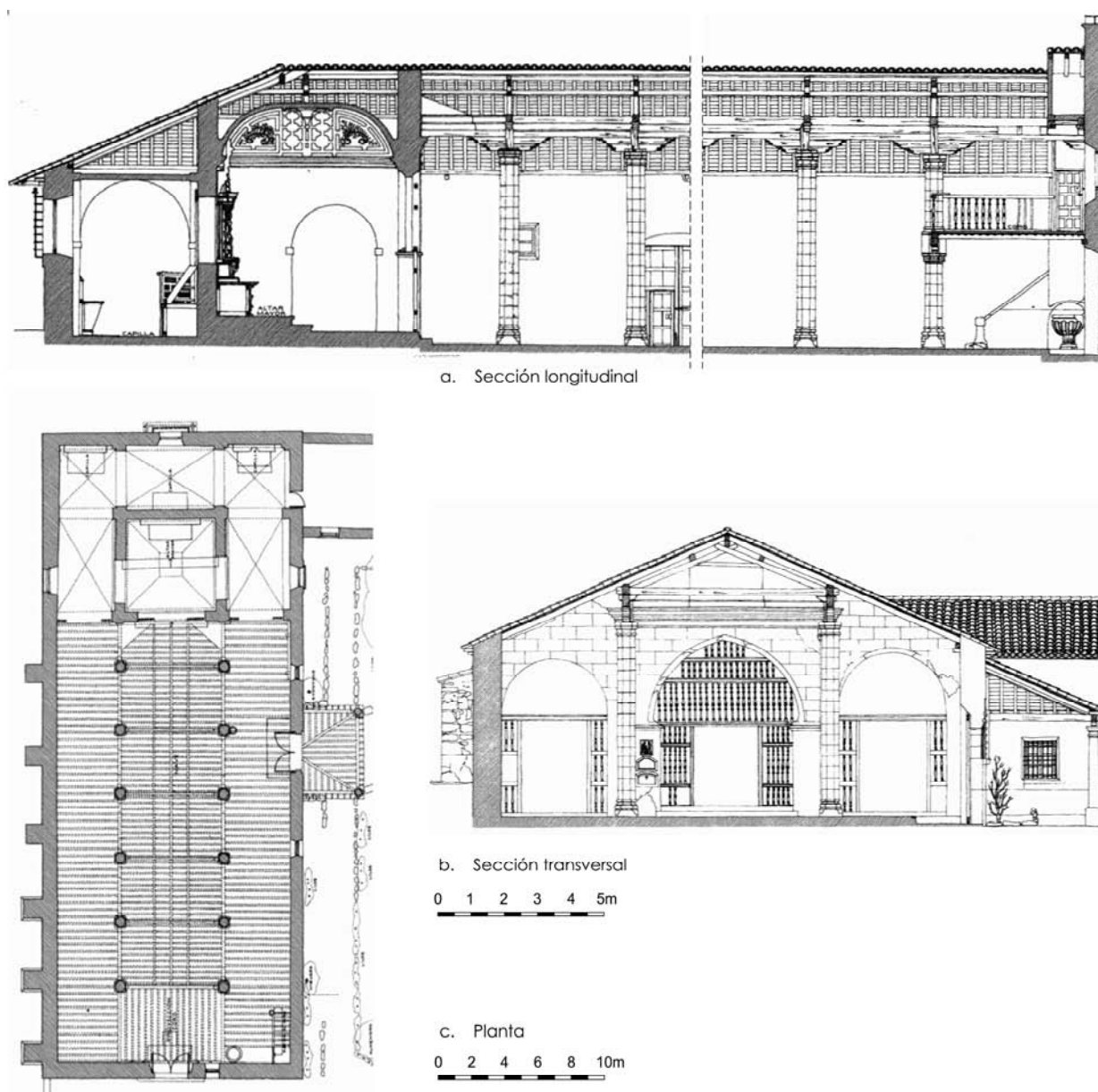
4.9 Armadura de tijera
Iglesia San Climent, Taull
Nuere, 2000

Según Fernández (1996:183) las tijeras trianguladas han sido utilizadas vernáculamente en España por la arquitectura popular en armaduras de cubiertas para cubrir pequeñas crujías, en ermitas y capillas en zonas rurales o pequeños pueblos. Aunque la tecnología constructiva es diferente a las iglesias estudiadas en Chiquitos, por ser estructura de piedra y no de madera, a excepción de la armadura de cubierta, las características arquitectónicas encontradas en estos edificios son similares a las jesuíticas misionales, como la planta rectangular dividida en tres naves por pilares, creación de un espacio amplio y diáfano; cubierta a dos aguas, armadura vista siguiendo la inclinación del techo y el acceso direccionado con eje hacia el altar.

Nicolini (Gutiérrez, 1995: 290) explica un tipo de iglesia en Tierra de Campos (Valladolid) con armaduras de cierto eclecticismo mudéjar, con columnas esbeltas que dividen el interior en tres naves. La armadura se

apoya jácenas y estas a su vez son trabadas por doble tirante que se apoyan sobre las columnas, las cuales podrían ser ochavadas dentro de la tradición del gótico o bien columnas de piedra de las nuevas formas renacentistas. También existieron en esta región pilares interiores de madera, de varias formas achaflanadas, enyesados o apeando simplemente ménsulas de madera.

Otro ejemplo que hemos tomado en cuenta en este estudio por la similitud de la armadura de tijera con las de Chiquitos, es la Ermita Virgen de las Nieves en Torralba (Cuenca) construida el siglo XV (Fig. 4.10). Tiene planta rectangular, dividida por columnas de piedras en tres naves, con altar mayor, dos capillas laterales y una capilla en la parte posterior del altar.



4.10 Ermita Virgen de las Nieves, Torralba (Cuenca)
 Siglo XIV-XV
 García J. L., 1998

Encima del acceso principal se encuentra el coro. En relación a su armadura de cubierta, esta pertenece al conjunto de tijeras de origen romano usadas vernáculamente. Las tijeras trianguladas en la nave central, están formadas por pares ensamblados en caja de cruz de San Andrés, viga cumbrera colocada encima de los pares, nudillo ubicado a $\frac{1}{3}$ de la altura de la tijera y tirante unido en los extremos con estribos longitudinales por medio de ensambles de caja a media madera. Debajo de los estribos están colocados dos órdenes de vigas. Encima de las tijeras, se encuentra dos correas ubicadas a la altura del nudillo que transmiten la carga de los cabrios a los cuchillos. Los cabrios, formados por vigas de menor sección siguen la inclinación de la cubierta, además de apoyarse en las correas, se apoyan en los estribos de la nave central y en el muro perimetral. Todo el maderamen descansa en las esbeltas columnas de piedra de forma octogonal.

3. USOS DE LOS EDIFICIOS DE PILARES DEL S. XI AL XVII

3.1 Viviendas

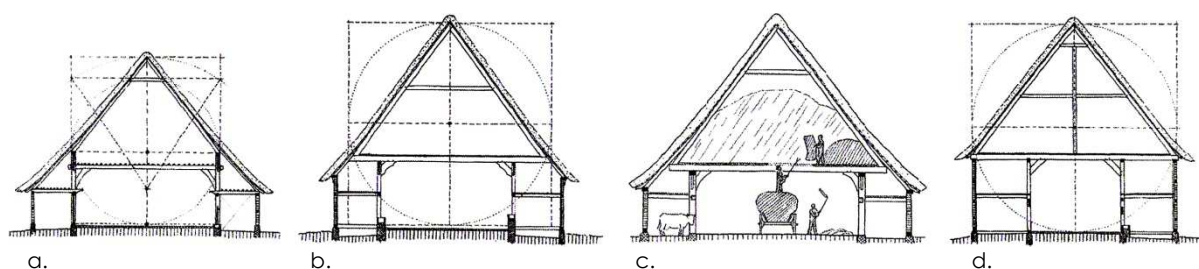
Hallenhaus

Es una variante de edificio surgida con el mejoramiento de las técnicas constructivas en el norte de Alemania, Holanda y Dinamarca. Es un edificio de 3 naves que servía como vivienda, establo y granero. Tal vez entre los siglos XII a XIII las naves laterales se convirtieron en establo. Se diferencia de las viviendas precedentes, en que la hallenhaus, era esencialmente un refugio de animales y de gente. Las naves fueron adaptadas a la recolección de estiércol, el ganado era colocado en las naves laterales mirando hacia el exterior, mientras que el grano se almacenaba en el altillo. Estructuralmente difiere de sus predecesores, al estar formado por un pórtico principal, y dos laterales. Los pórticos soportan la carga de la cubierta. Los pares son simples ensamblados a pares secundarios de las naves laterales, que se extienden de los extremos de los principales hasta los estribos de los muros exteriores.

El sistema autoportante de madera de la hallenhaus estaba subdividido en multitud de partes iguales u homólogas mediante todo un sistema de esqueleto de ejes y arcos, los cuales a la vez dividen y conectan sus miembros. Era una estructura modular consistente en tramos de pórticos separados por otro sistemas de pórticos transversal, constituido por pilares, tirantes, pares y correas; reforzado por barras diagonales o riostras y estabilizado longitudinalmente por estribos, soleras y cabrios.

En la figura 4.11 se pueden observar diferentes soluciones de viviendas de este tipo para incrementar el espacio de almacenaje de los granos en el altillo, en todas las soluciones la longitud del tirante es la que determina la altura de la cumbrera. En la figura 4.11 (a) la altura de la cumbrera y la ubicación del nudillo está determinada por el ancho del pórtico central. El tirante está a una baja altura, solución realizada en el este de Holanda y zonas adyacentes alemanas. En la figura 4.11 (b) el tirante, *dachbalken*, es

mayor al ancho de la nave central, por lo que crea dos espacios laterales superiores, *zweiständerhaus*. En la figura 4.11 (c) la ubicación del tirante es similar a la anterior, sólo que el nudillo se eleva para tener mayor espacio de uso en el altillo. En la figura 4.11 (d) los cuatro pilares que forman las naves tienen la misma altura unidos por el tirante, un poste central divide el altillo en dos naves.



4.11 Tipos de viviendas *Hallenhaus*

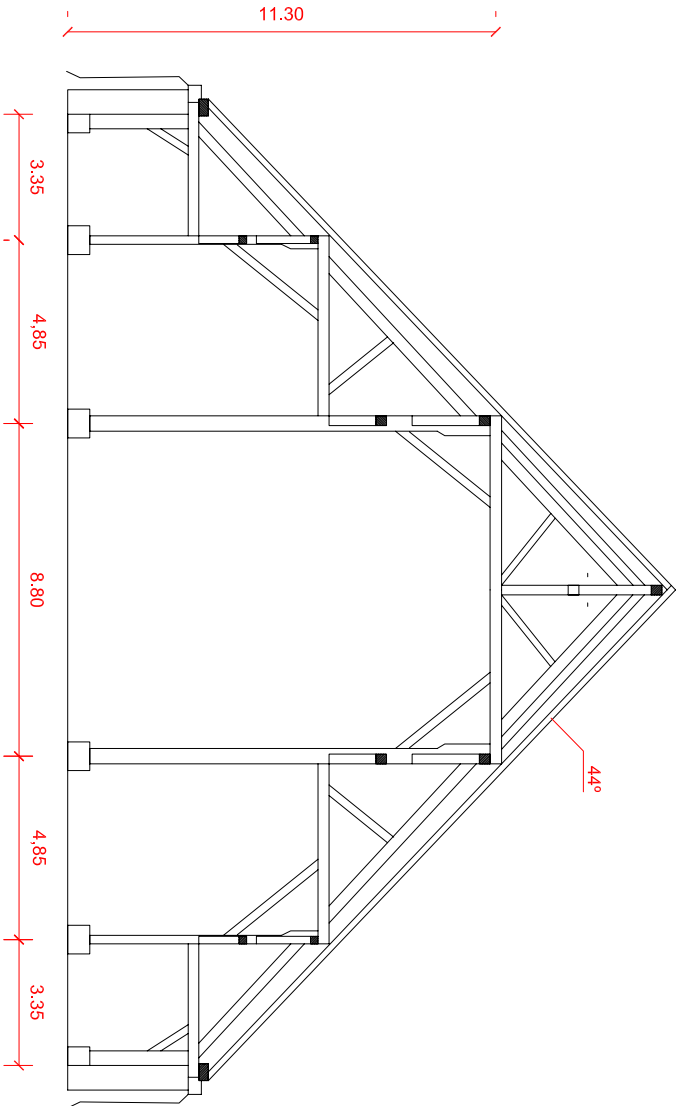
3.2 Graneros y Mercados

La construcción de mercados en base a pórticos de madera se desarrolló en ciudades y aldeas cercanas a bosques de maderas frondosas en Europa del Norte y Central. Los ejemplos que aún se conservan, se encuentran sobre todo en Francia, existen varios mercados en pueblos de los departamentos de Isere, Loiret, Esson, Morbihan y Ardennes (Fig. 4.12 y 4.13). La madera más utilizada fue el roble y en algunos casos se utilizó el castaño en las armaduras de cubierta.

La edificación tenía que ser lo más diáfana posible para poder ser utilizadas en ferias, mercados o actividades comunales, para ello fue necesario contar con maderas de grandes escuadrías, para poder salvar luces entre 8 a 10 metros en la nave central.

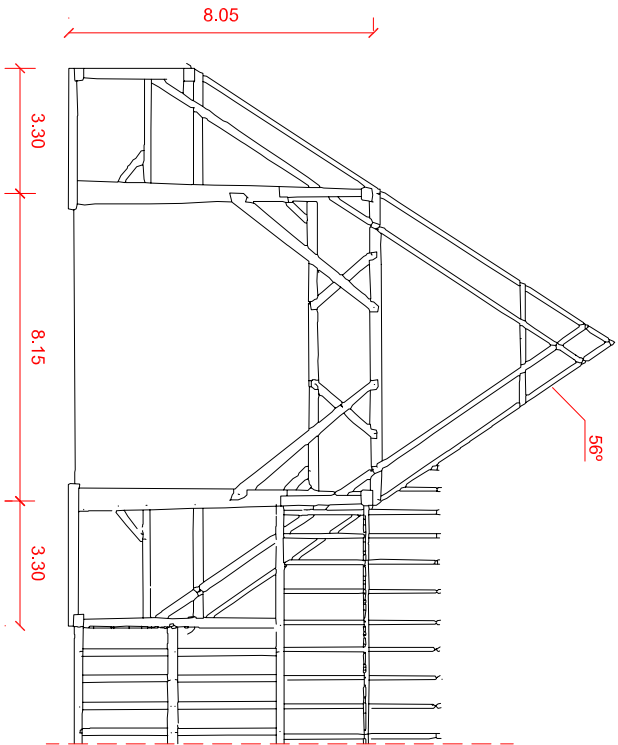
Con el uso de la piedra en la base de los pilares, alrededor del siglo XI, la duración de estos edificios fue mayor, en la actualidad la mayoría de los mercados que aún se encuentran en pie van desde el siglo XV al XVIII, después de este periodo fueron reemplazados por estructuras metálicas.

Tienen planta rectangular, formada por varios tramos de pórticos centrales y laterales de menor dimensión.



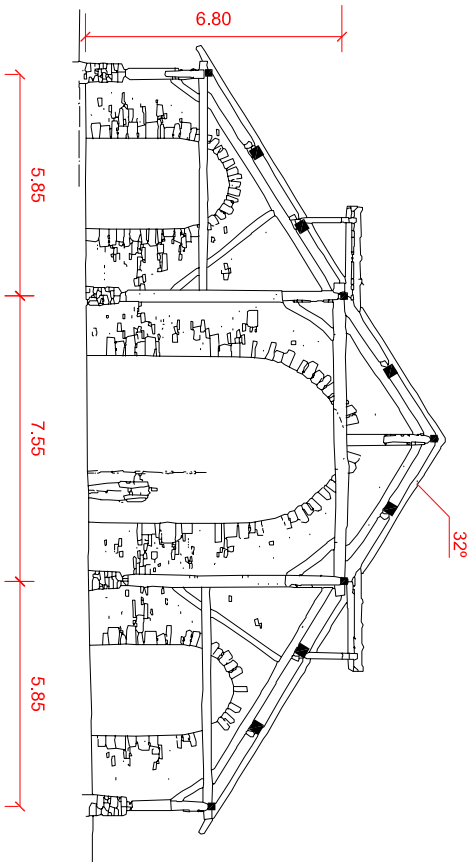
a. Granero de Meslay, Indre/Loire (F); 1227

Dibujo del autor en base a perspectiva y planta de E. Born, en Born:1981.



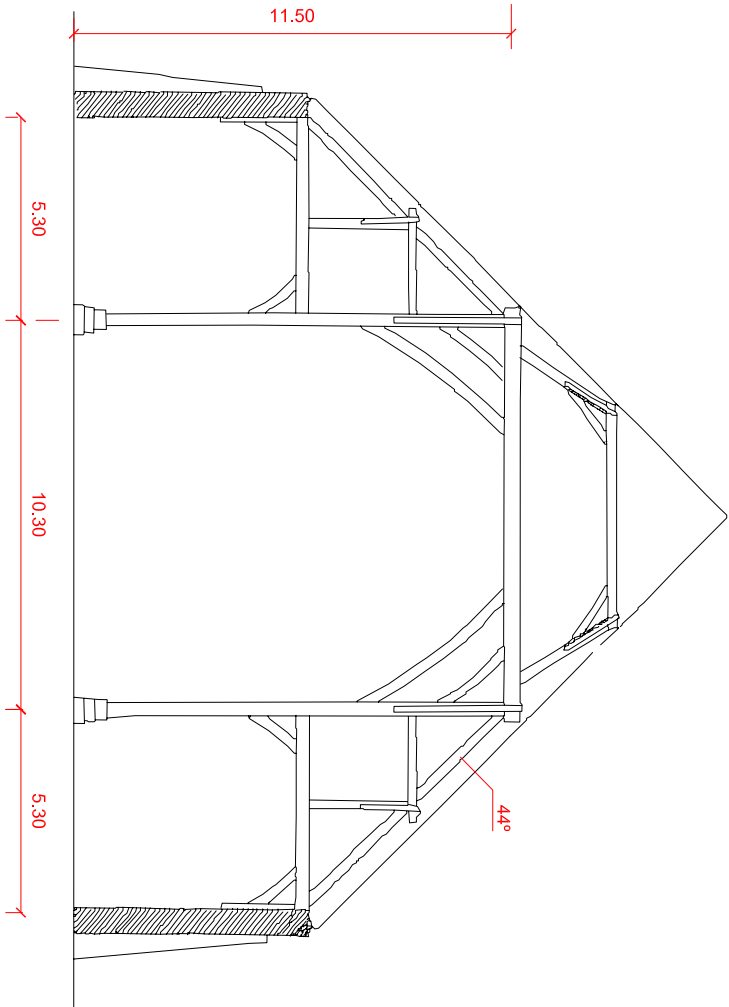
b. Granero de Barley, Essex, (Ing); 1230

Hewett:1967, The Barns at Cressing Temple, Essex, and Their Significance in the History of English Carpentry, JSTIAH, Vol. 26, No.1, p.51.



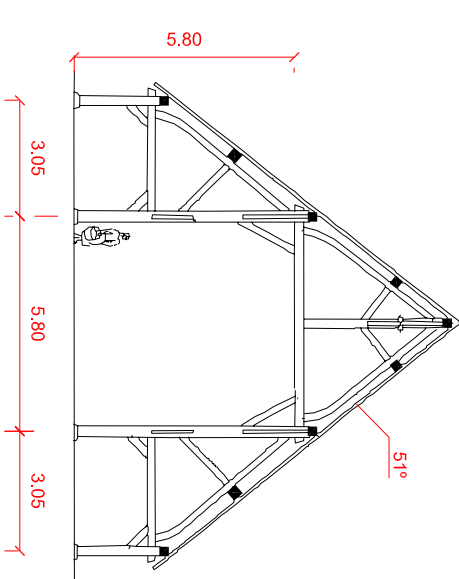
c. Mercado de Crémieu, Isere (F); 1321

Born:1981, French Market Halls in Timber, p. 215.



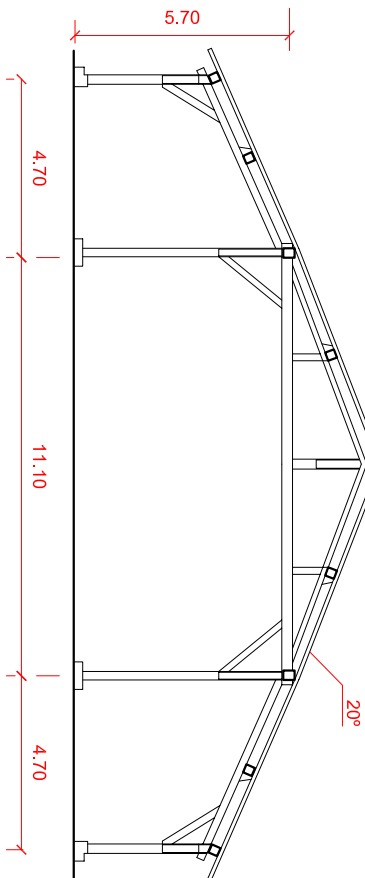
d. Granero de Ter Doest, Flandes Oriental (B); 1375

Hofsumner:2002, p. 139; Jansz, DeWeghe: 1982



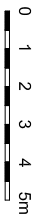
e. Mercado de Lortis, Loiret (F); S. XV

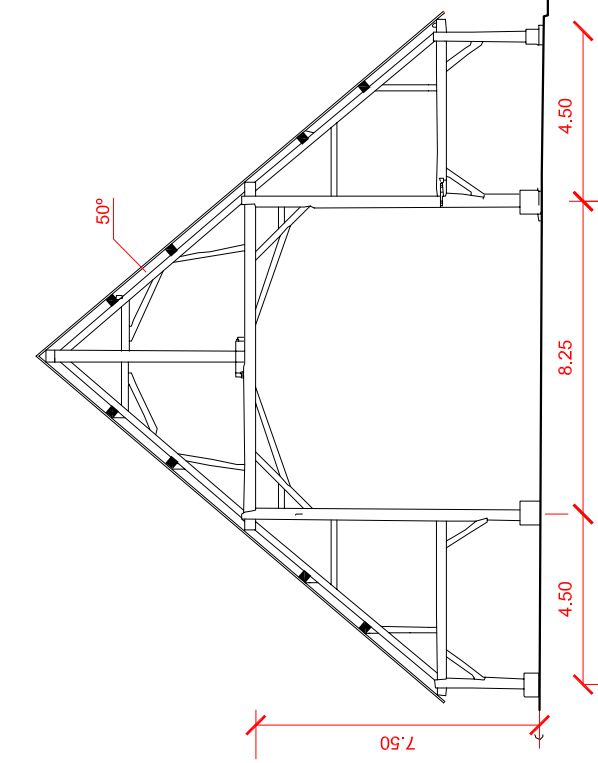
Hofsumner:2002, p. 237; CRWH:1983, D3095-3104- Esailly, Laurent:1986, p. 21, 113, 146.



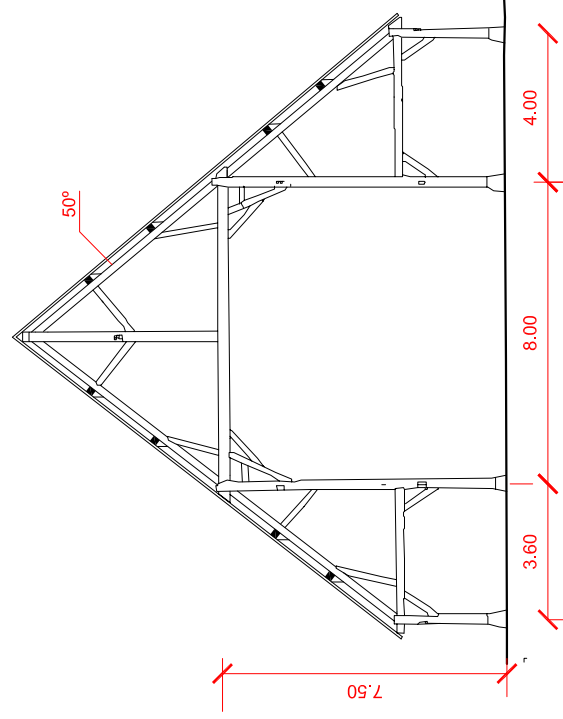
f. Mercado de Chatillon-sur-Chalaronne, Ain (F); 1438

Becker, C:2001

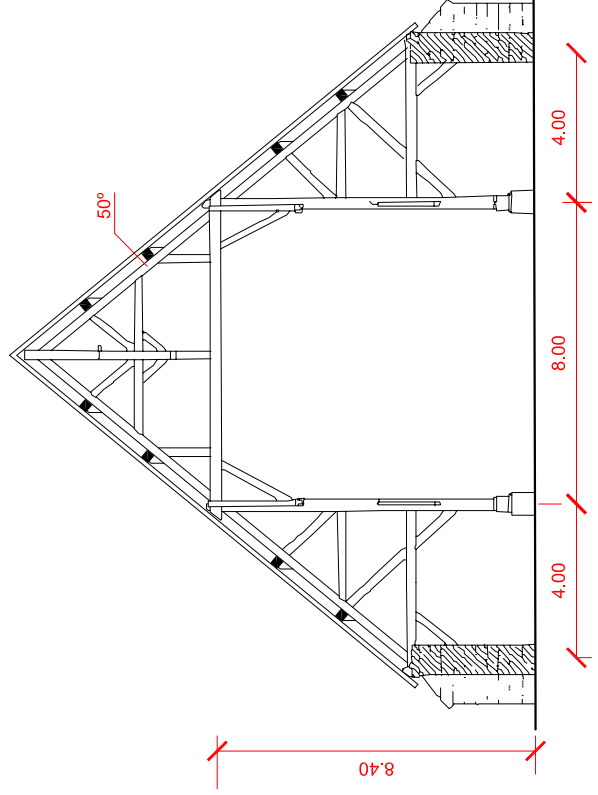




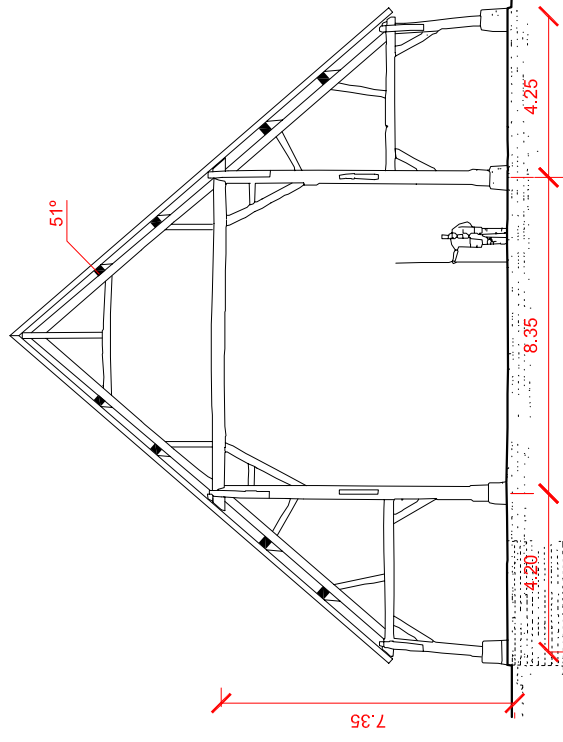
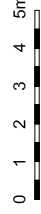
a. Mercado de Arpajon, Essone (F); 1466
Hofsummer:2002, p. 237; CRMH: 1983, 44154-165; Baillif, Laurent: 1998, p. 29, 54, 110, 113 y 114.



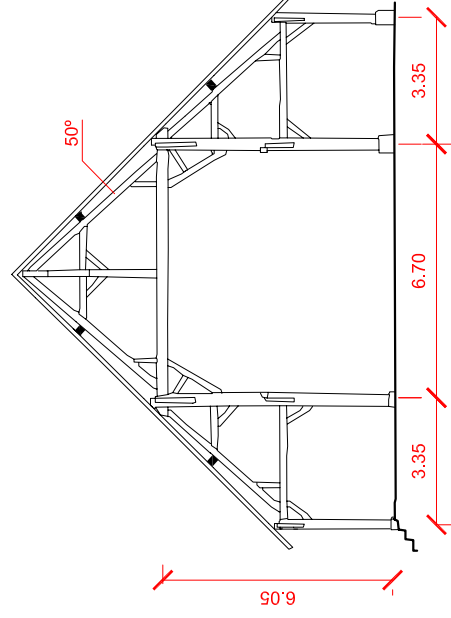
b. Mercado de Milly-la-Forêt, Essone (F); 1479
Hofsummer:2002, p. 237; CRMH: 1983, 44203-4221; Baillif, Laurent: 1998, p. 29, 113 y 114.



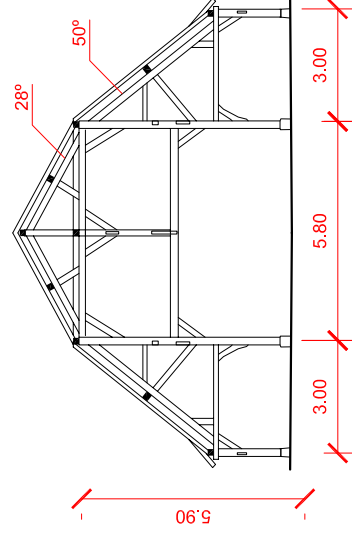
c. Granero de Abadía Longchamps, Isla de Francia (F); Fin s. XV
CRMH: 1983, d6514



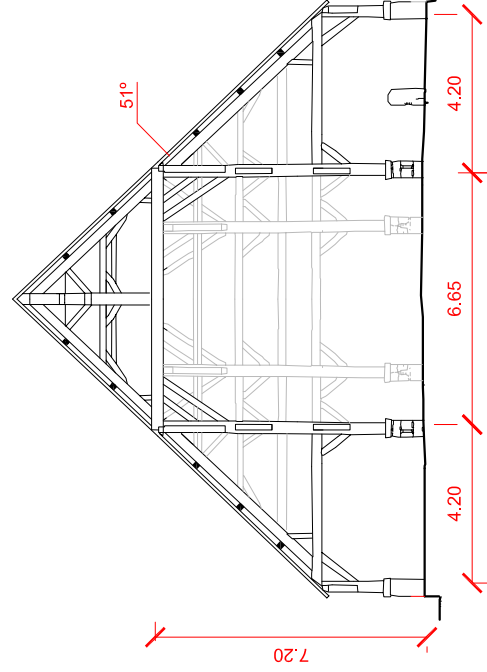
d. Méréville, Essone (F); 1522
Born, Horn:1981, French Market Halls in Timber, p. 200.



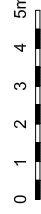
e. Saint-Jean-aux-Bois, Ardennes (F); S. XVI
Hofsummer:2002, p. 239; Fonds Rocard, CRMH, 9695/15 y 16.



f. Seignelay, Yonne (F); 1670
Hofsummer:2002, p. 239; David-Roy:1972.



g. Questembert, Morbihan (F); 1675
Born, Horn:1981, French Market Halls in Timber, p. 223.



Según el sistema constructivo podía primero construirse los pórticos en sentido longitudinal y luego ser conectados por un tirante central que ayudaba a la estabilidad del sistema. En otros casos primero se formaban los pórticos transversales y luego estos eran conectados con estribos en el sentido longitudinal de la nave. Una vez conformados los pórticos se reforzaba el conjunto con riostras formando triangulaciones indeformables. Encima de este entramado pesado se colocaban la armadura de cubierta, que en general está formada por pares principales triangulados en el tirante, formando tijeras o cuchillos donde descasan las correas. El sistema se estabiliza con triangulaciones de tornapuntas que además ayudan a reducir las solicitaciones a flexión de las barras mas largas. También existen arriostramientos de barras en el sentido longitudinal del entramado, estabilizando la estructura frente a cargas de viento. Otro elemento importante es el uso de clavijas en todos los ensambles para reforzar la estructura.

La pendiente de la cubierta va desde los 44° a 56°, los más usuales son de 50°. Hemos encontrado en el departamento de Isere (Francia) dos mercados con pendientes bastante menores a las demás, el mercado de Chatillon sur Charlaronne de 20° (Fig. 4.12 f) y el de Crémieu de 32° (Fig. 4.12 c), ambas construcciones se encuentran en zonas climáticas con reducidos períodos de lluvia y nieve.

Los graneros eran espacios cubiertos cerrados, a diferencia de los mercados donde la estructura de madera esta mas en contacto con el ambiente. Los graneros más grandes fueron realizados en los monasterios de religiosos, donde se recogía el grano del diezmo de los campesinos de la zona. Uno de los más antiguos que quedan es el Granero Barley (Fig. 4.12 b), en Essex, Inglaterra construido el año 1230. La estructura la conforman una serie de pórticos formando tres naves rigidizados por barras trianguladas ensambladas con encajes de cola de milano. La armadura de cubierta la constituyen una sucesión de pares principales colocados a poca distancia.

Toda la estructura incluyendo el entramado ligero del perímetro descansa sobre durmientes de madera.

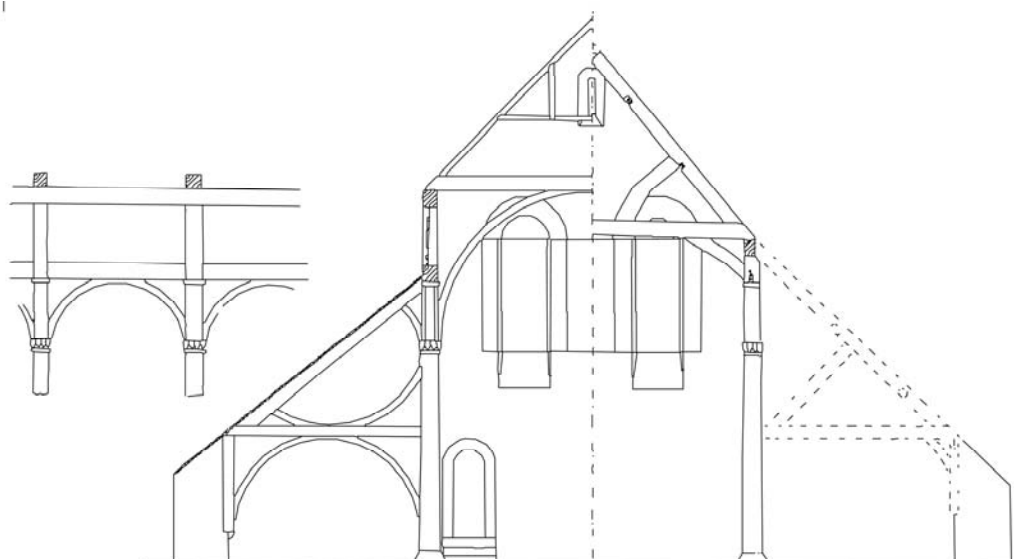
El granero de Meslay (Fig. 4.12 a), es otro granero para el diezmo, construido inicialmente el siglo XIII y reformado el siglo XV. La solución estructural es similar a la de los mercados de Essone, pórticos con tornapuntas y armadura de tijeras con correas. Tiene una nave central y dos laterales a ambos lados, conformando cinco naves, haciéndolo el más grande de su tipo. El cerramiento exterior es de fábrica de piedra.

El granero de Ter Doest (Fig. 4.12 d), en Flandes Oriental destaca por la luz del pórtico central de 10.30m, los laterales prácticamente son la mitad del central, 5.30m de luz. Construido el año 1375, el cerramiento exterior es fábrica de ladrillo, la armadura de cubierta es en base pares principales, pares secundarios y riostras.

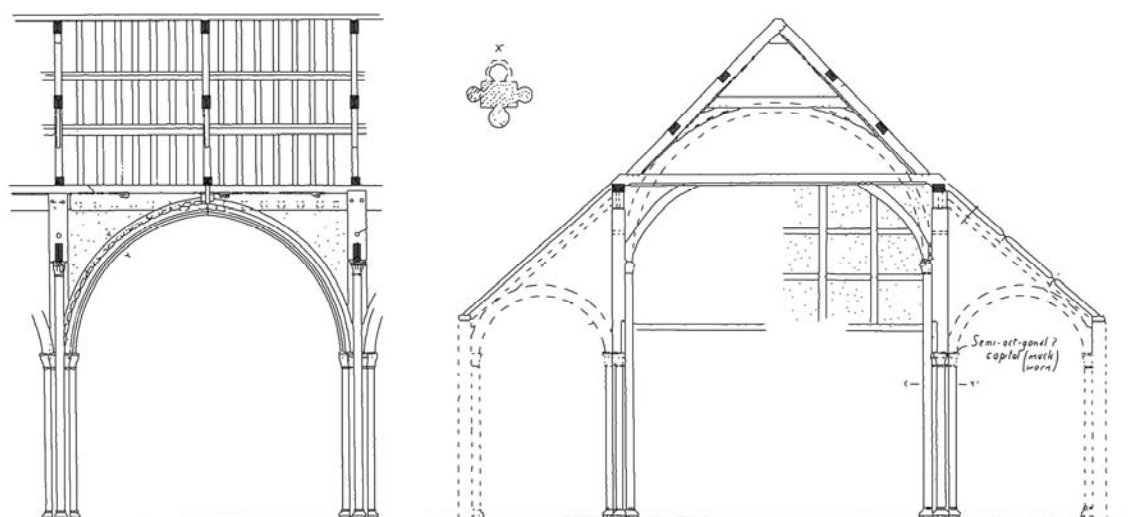
3.3 Salones

Los salones de naves divididas por pilares de madera fueron construcciones en castillos, palacios y residencias de campo realizadas en todo la época medieval en territorios germánicos así como en Inglaterra, después de la conquista de los Sajones e incrementada con la llegada posterior de los Normandos. Se han encontrado restos arqueológicos en excavaciones realizadas en Inglaterra en Old Yeavinger, Northumbria (616-932) y en Cheddar, Somerset (1100-1135) (Horn 1981: 227). Los ejemplos mas antiguos de esta tipología que sobreviven actualmente son el salón del castillo de Leicester construido el 1150 y el Gran Salón del Palacio Obispal de Hereford del 1180.

El salón del castillo de Leicester (Fig.4.14 a) de planta rectangular de 17.5m. X 24m., inicialmente estaba dividido en 3 naves, el pórtico central con una luz de 7.7m y los laterales de 4.9m. Son interesantes los detalles decorativos de la estructura de madera, como la realizada en los capiteles de los pilares, del que sobrevive uno después de las intervenciones realizadas el 1821 (Alcock, 1987: 74).



a. Sección Longitudinal del salón del castillo de Leicester
Sección derecha armadura actual, reconstrucción de nave lateral
La sección de la izquierda interpretación de la estructura original
Alcock, N. ; Buckley, R.; 1987 p. 75



b. Sección longitudinal y transversal
Salón del palacio del Obispo de Hereford
Jones, S. R. ; Smith, J. T.; 1960 p. 71

0 1 2 3 4 5m

4.14 Tipología de salones de Inglaterra medievales

El Gran Salón del Palacio Obispal de Hereford (Fig.4.14 b), inicialmente era un espacio diáfano de tres naves dividido por pilares lobulados hasta los capiteles para unirse con los arcos de las naves laterales y los tornapuntas de la nave central; luego continuaban en forma rectangular hasta encontrarse con los estribos y luego se colocaba el tirante. Los estribos eran reforzados en sentido longitudinal por arcos. Es posible que también hayan existido arcos entre los tramos de los pórticos como nos sugiere la

figura 4.14b. La armadura estaba formada por pares ensamblados a media madera y un nudillo a $\frac{1}{2}$ de la altura de la pendiente, las correas iban encajadas en los pares.

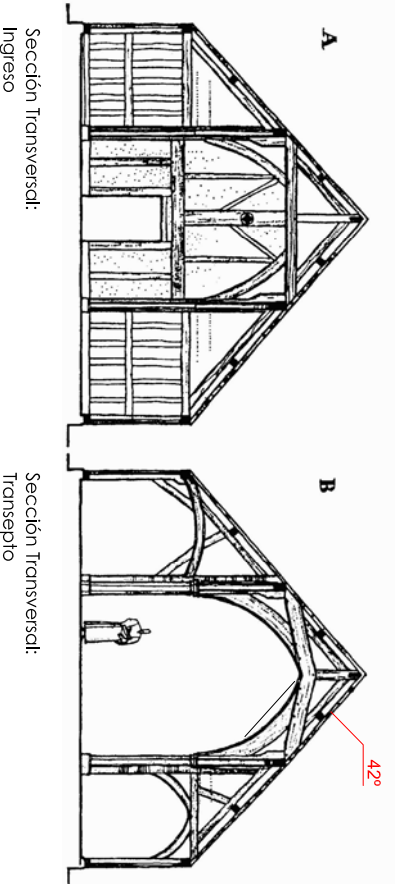
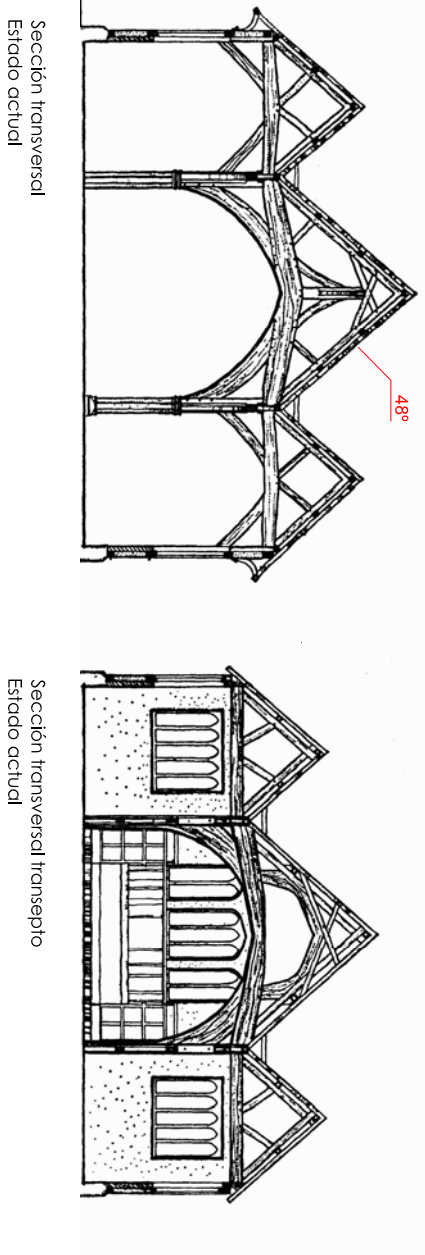
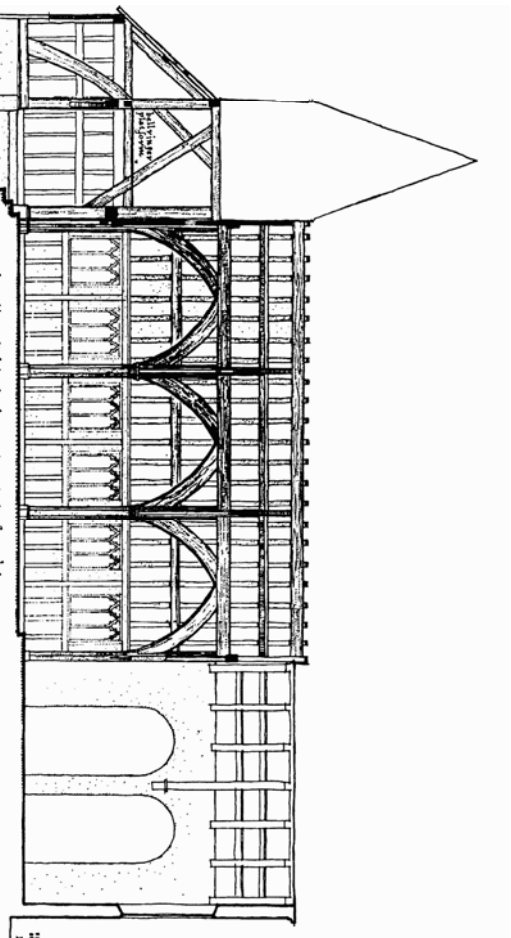
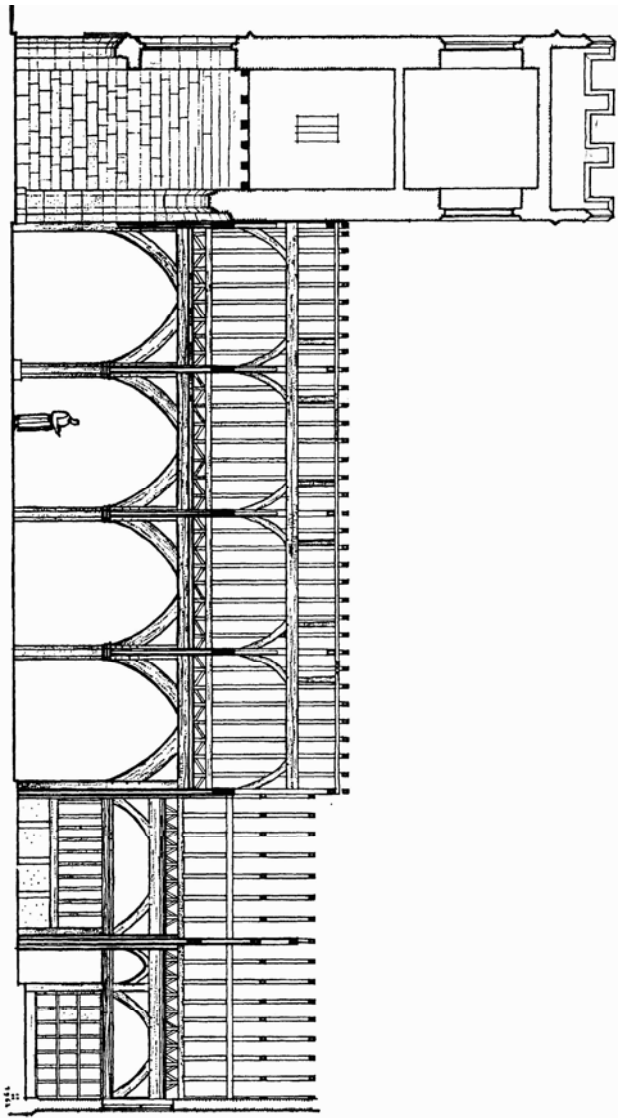
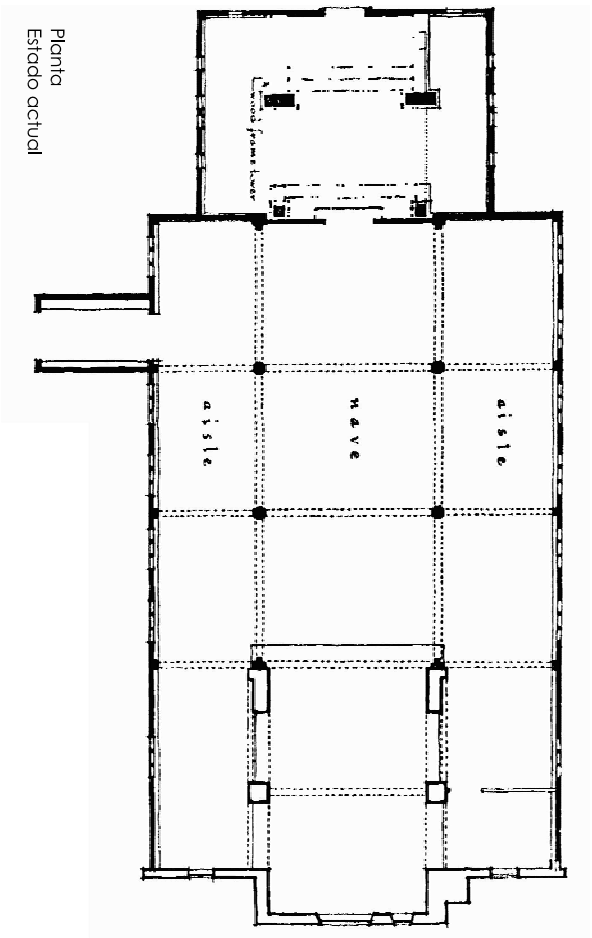
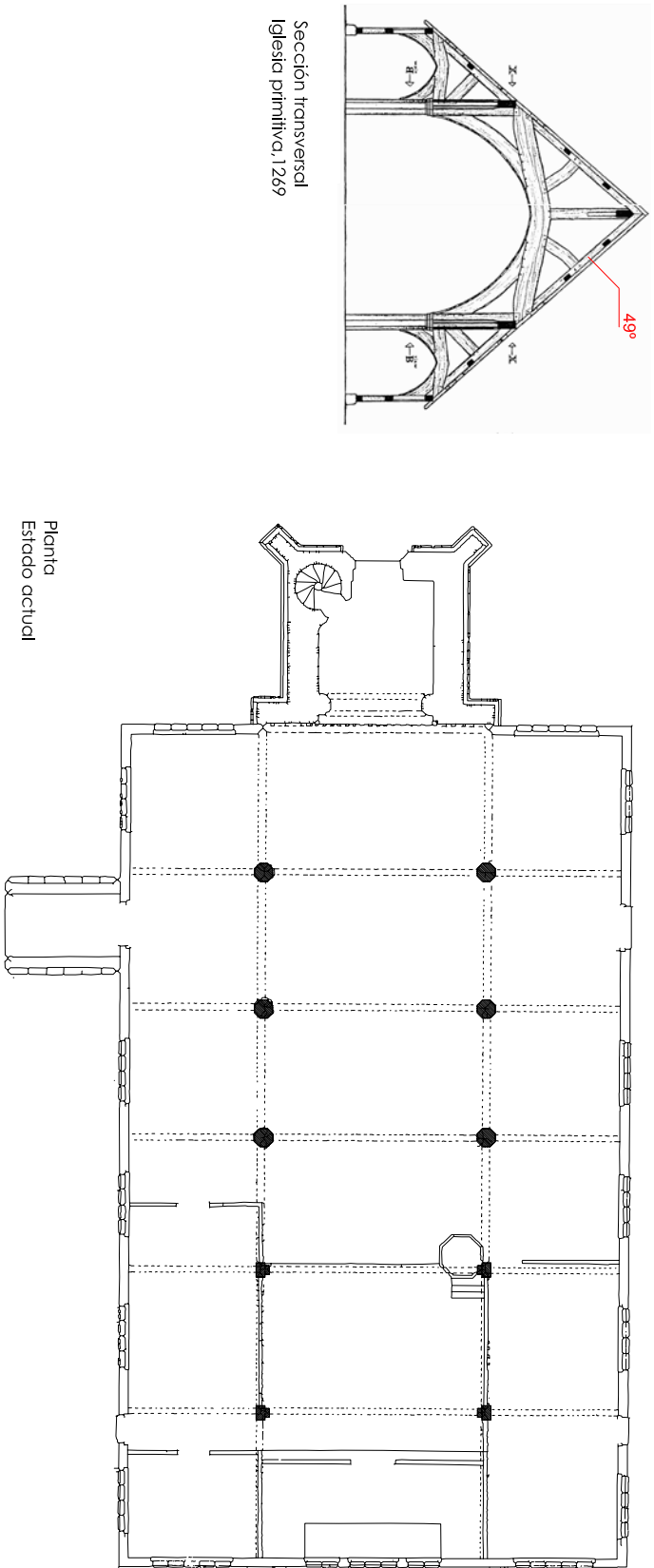
Quizás el ejemplo más conocido de esta tipología de estructura son las iniciales residencias del palacio de Westminster construido por Guillam Rufus entre el año 1097 al 1099. Para cubrir la luz del palacio, se colocaron pilares de madera que ayudaban a soportar la carga de la cubierta, por lo que se formaron tres naves interiores. Más adelante en el siglo XIV vendría la reforma con el sistema viga martillo o *hammer beam*, por medio de vigas curvas que ayudan a salvar la luz con poca presión hacia los muros, se suprimen los pilares intermedios, los tirantes y los estribos sustituyéndolos por canecillos.

3.4 Iglesias

Las iglesias de madera europeas escogidas para este estudio, tienen en común pilares de madera que forman tres naves en el interior de un espacio rectangular. Fueron construidas desde el siglo XIII al siglo XVIII, en diversas regiones europeas donde existía abundancia de madera. Dentro de este grupo de edificios las hemos dividido según el sistema estructural que están construidas y según la armadura de cubierta que poseen. Otros factores que han influido en la construcción es el contexto geográfico, así las hemos ordenado en los siguientes gráficos, iglesias inglesas en la figura 4.15, iglesias francesas en la figura 4.16 y las suizas en la figura 4.17.

Según el sistema estructural también pueden dividirse en:

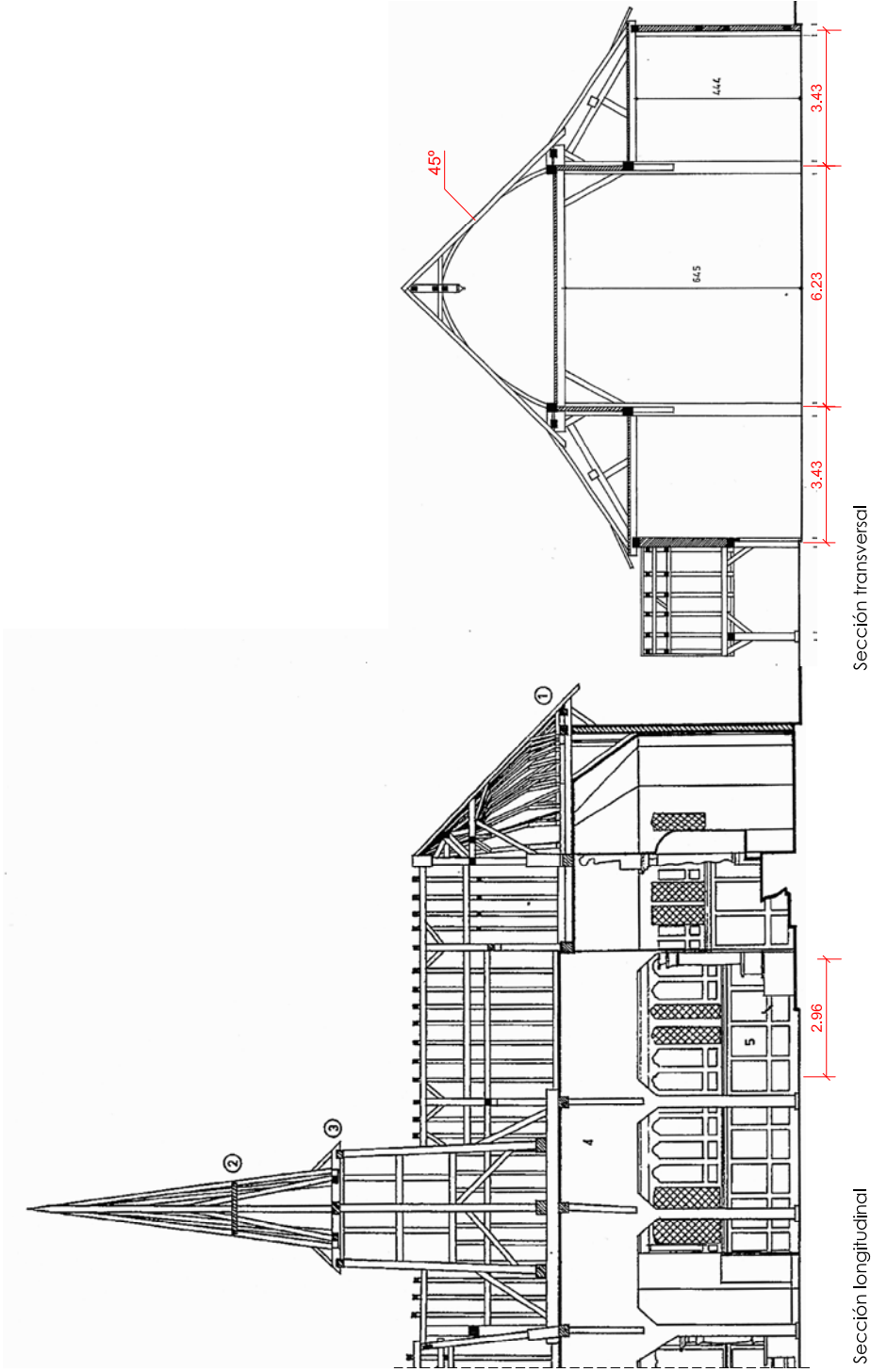
- a. Entramados ligeros o *pan de boi* presente en las iglesias francesas ubicadas entre los ríos Aube y Marne, construidas en el siglo XVI.
- b. Entramados pesados, en las iglesias de Martón y Lower Peover del siglo XIV en Inglaterra y la iglesia de Honfleur del siglo XV en Francia.
- c. Estructural mixta, muros exteriores de mampostería de piedra o ladrillo y en el interior pilares de madera. Ejemplos de este tipo encontramos en las iglesias suizas del período tardo gótico.



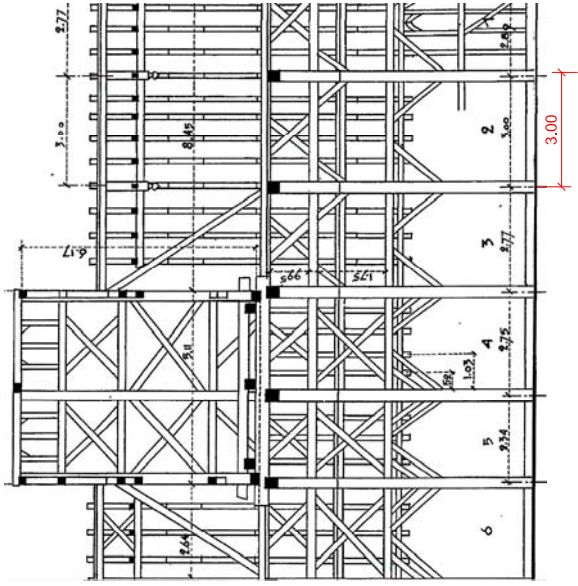
a. Iglesia de St. Oswald, Lower Peover, Cheshire, (Inglaterra): 1269/1852
Bom, E., 1962

b. Iglesia de St. James and St. Paul, Marston, Cheshire, (Inglaterra): 1343/1804/1850/1871
Bom, E., 1962

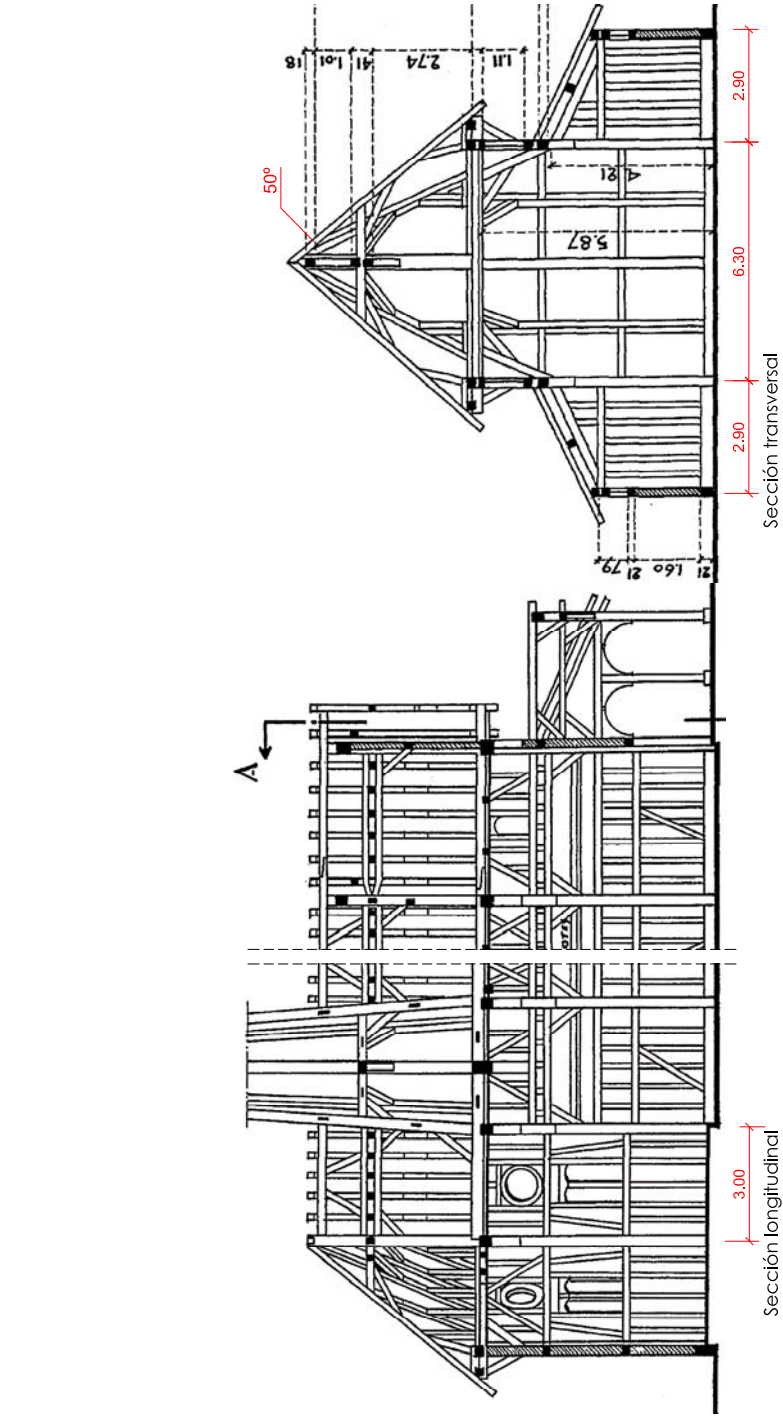
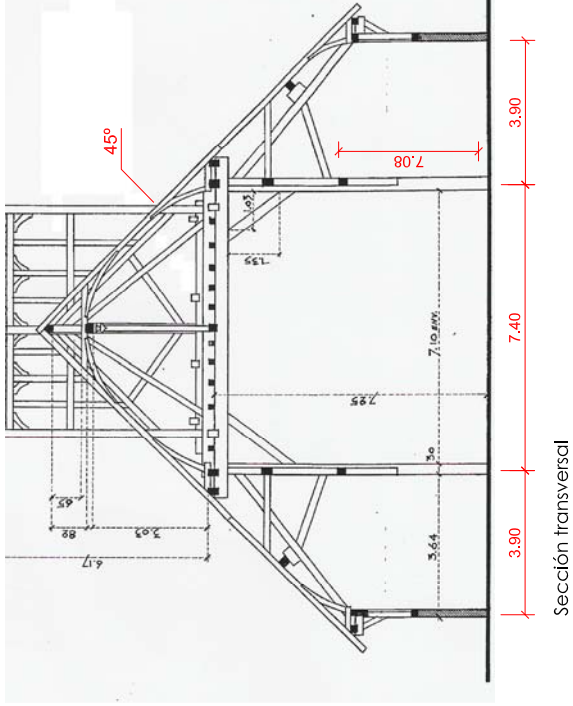
0 1 2 3 4 5m



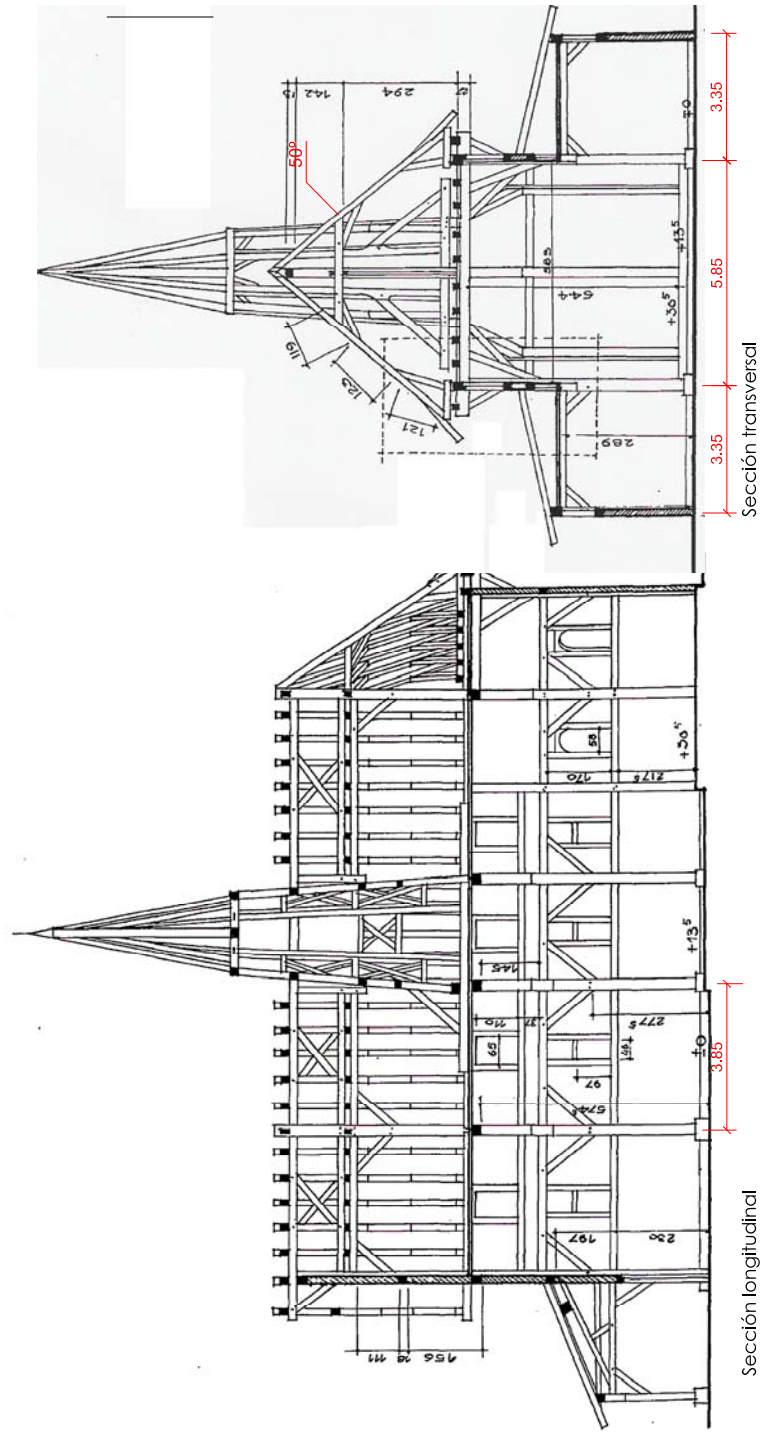
a. Iglesia de Drosnay, Marne (Francia): s. XVI
Centre de Recherches sur les Monuments Historiques, Paris, 1972



b. Iglesia de Outines, Marne (Francia): fines del s. XVI
Centre de Recherches sur les Monuments Historiques, Paris, 1945



c. Iglesia de Lentilles, Aube (Francia): s. XVI
Centre de Recherches sur les Monuments Historiques, Paris, 1944



d. Iglesia de Baillly le Franc, Marne (Francia): s. XVI
Centre de Recherches sur les Monuments Historiques, Paris, 1945



Según la armadura de cubierta las podemos dividir en:

1. Armadura de pares, con diferentes variantes en la formación de la estructura indeformable, pueden tener tirante retraído o nudillo, pendolón, hilera, riostras, péndolas, tornapuntas, estribos, etc. Entre las estudiadas, este sistema de armadura lo tienen las iglesias francesas de pan de bois, y las iglesias suizas.

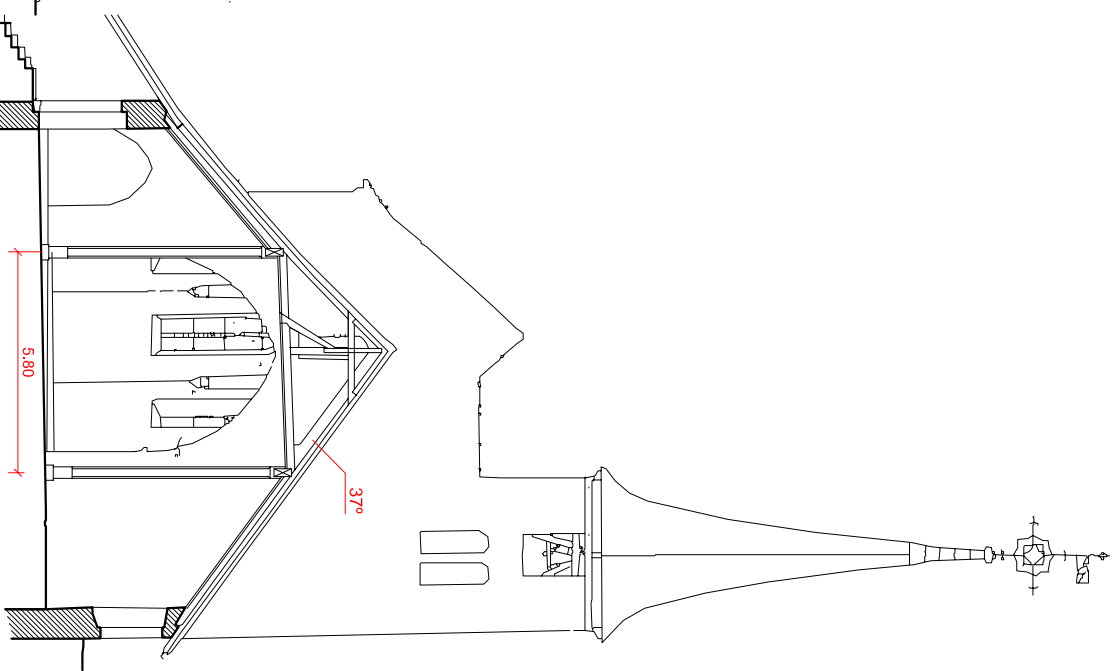
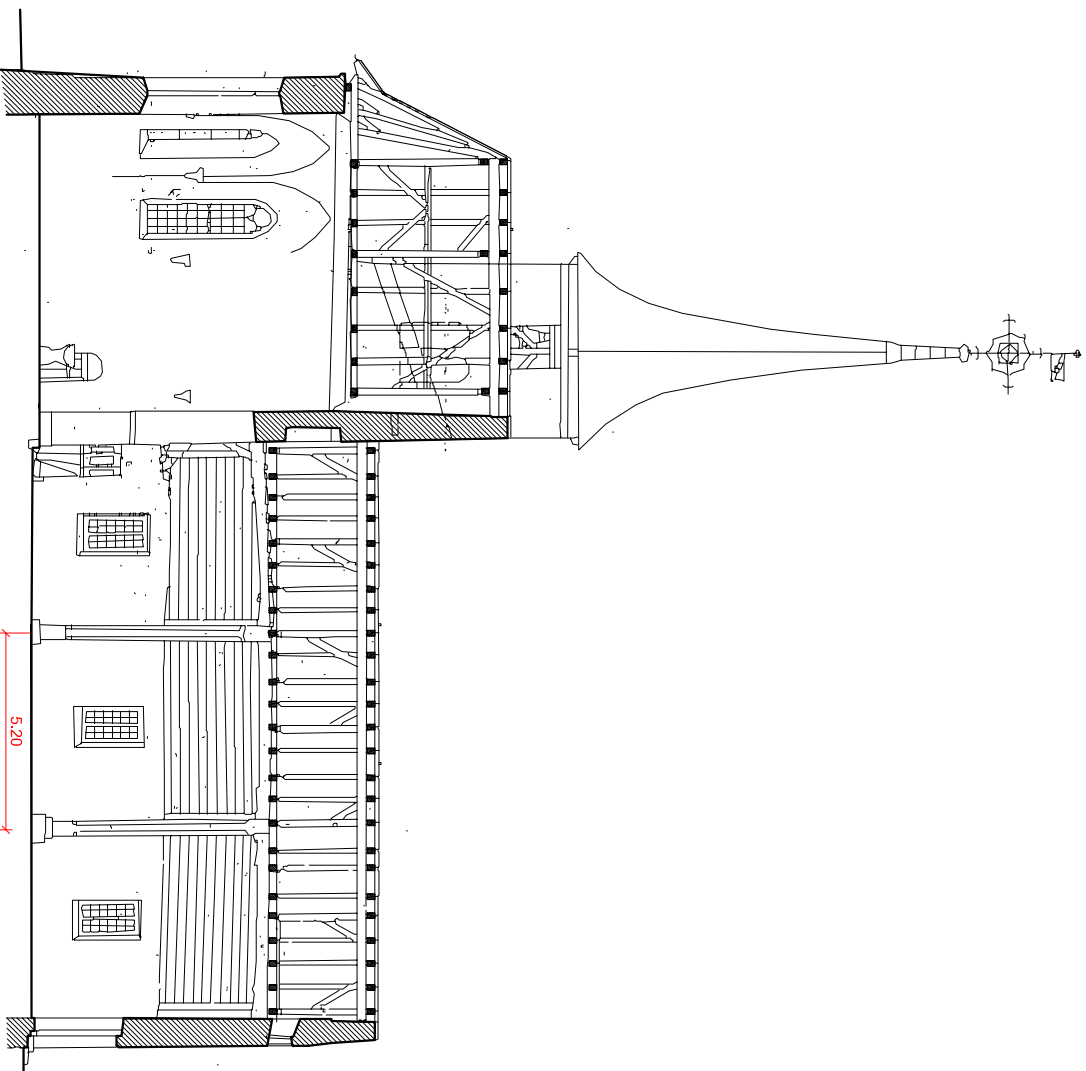
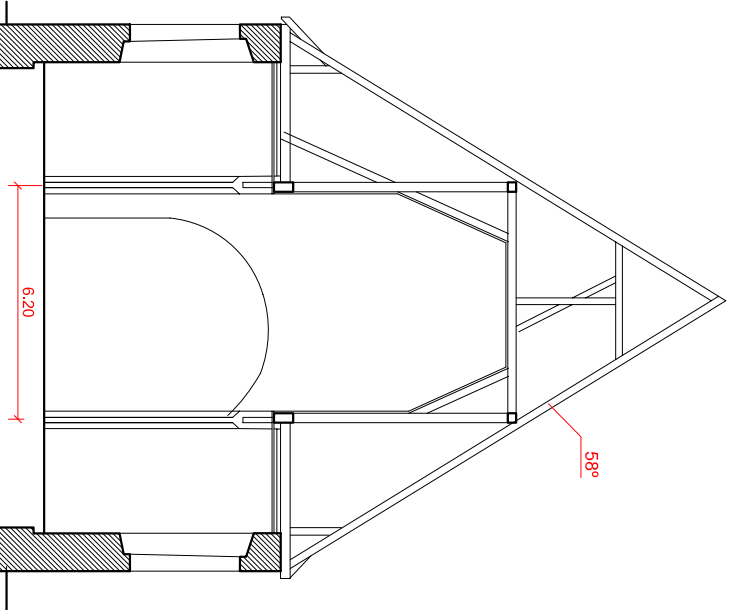
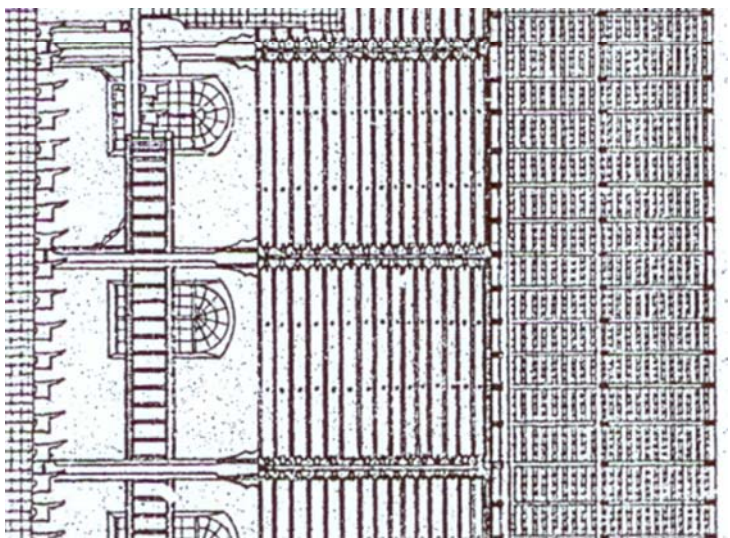
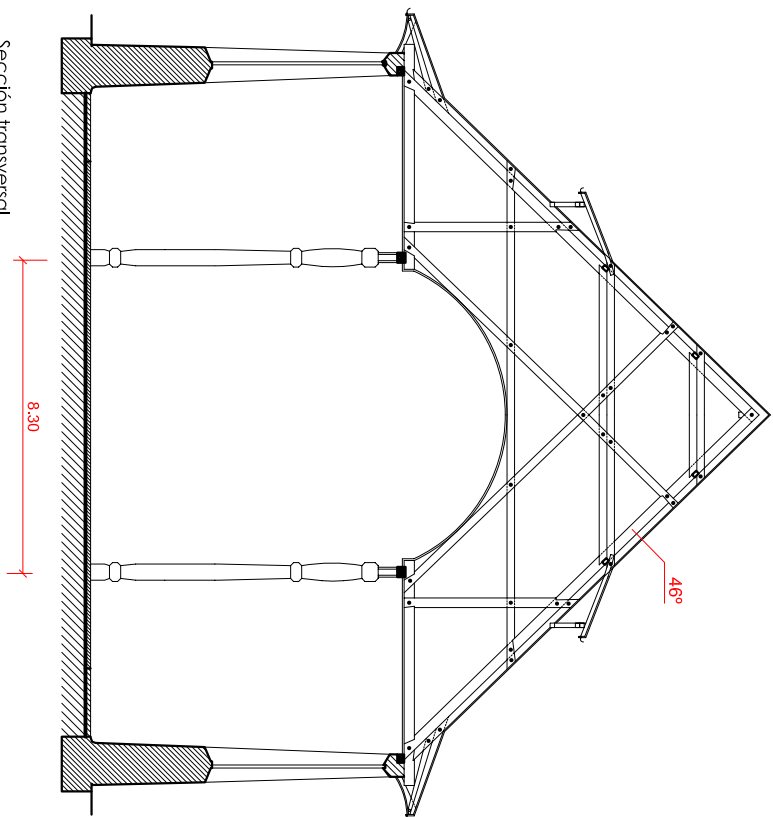
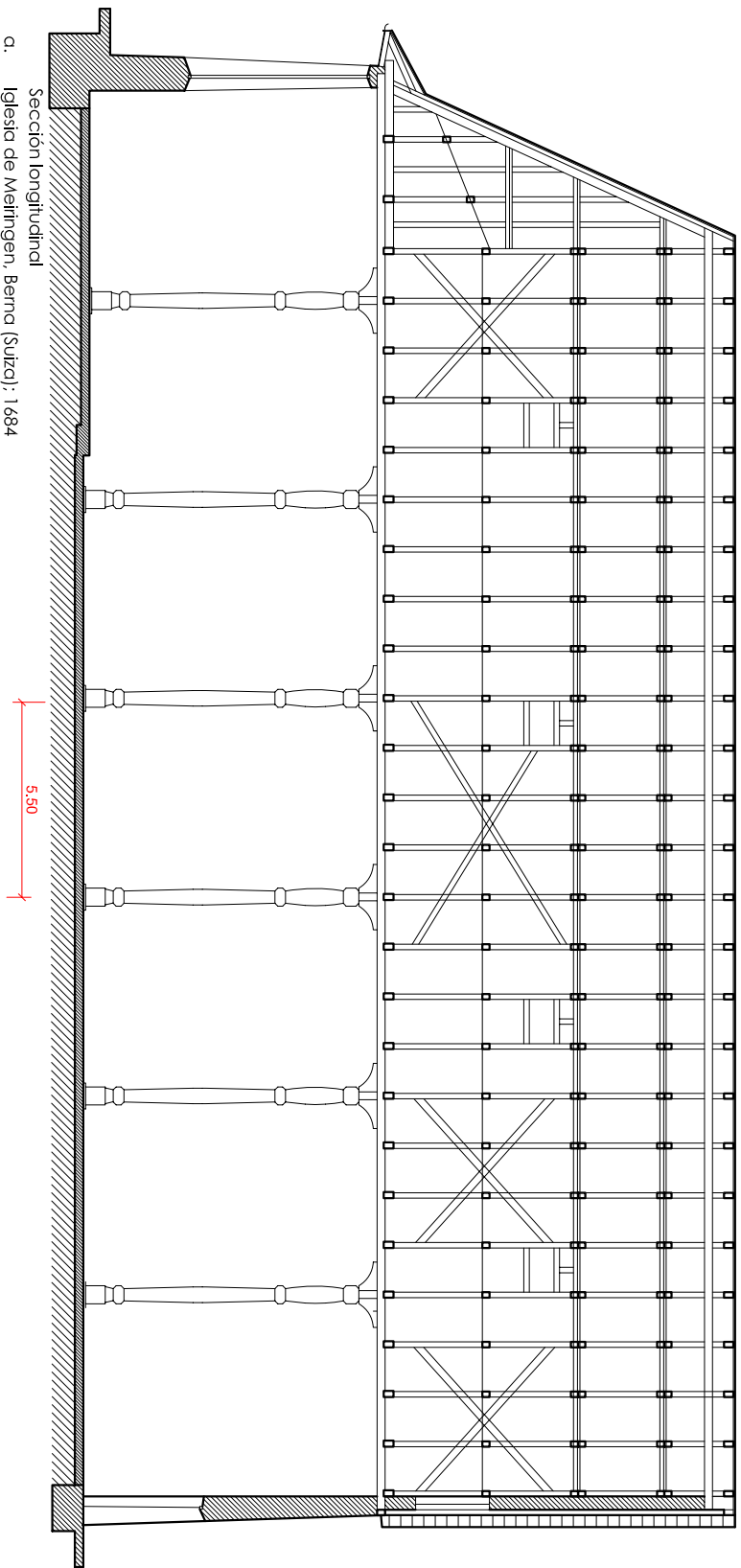
1. Armaduras de tijeras con correas, formadas por pares, tornapuntas, riostras contra viento, egiones. Son tipologías presentes sobre todo en entramados pesados, las podemos encontrar en las iglesias inglesas de Marton y Lower Peover como en la Iglesia de Honfleur.

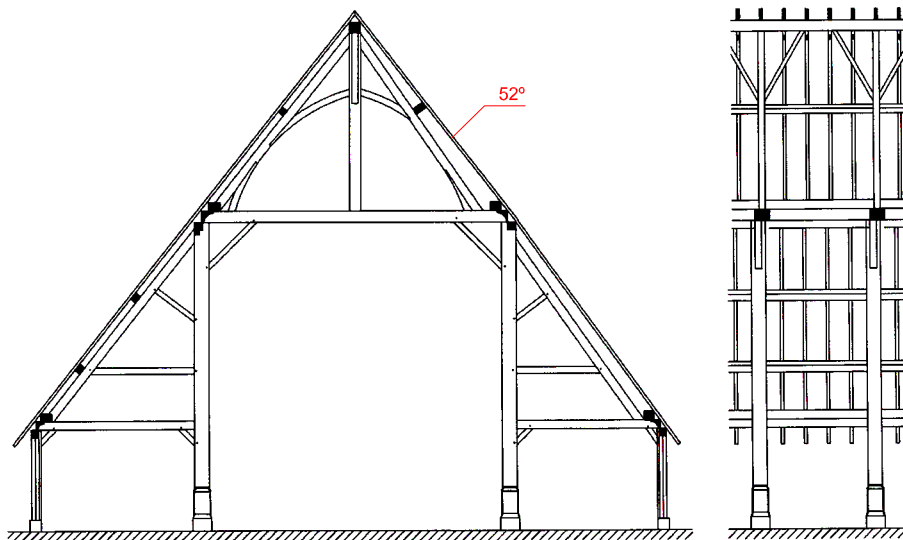
En relación al espacio interior las iglesias de altura similar en las tres naves encontradas en el área germánica fueron denominadas Hallenkirchen o iglesias salones. Las construidas con muros de piedra perimetrales y pilares de madera interiores, son de estilo gótico y tardo gótico. Tienen planta rectangular, divididas por filas de finas columnas y bajo una sola cubierta. La armadura de cubierta no es visible ya que existe un revestimiento de madera que cubre el techo interior, en algunos casos plana en la nave central e inclinada en las naves laterales siguiendo la pendiente de la cubierta, como en la iglesia de Blumenstein (Fig. 4.17 c).

En otros casos el revestimiento de la nave central sigue la forma de una bóveda de cañón corrido, en base a lamas machihembradas y clavadas en tornapuntas y tirantes, como en la iglesia de Meiringen (Fig. 4.17 a). Otras iglesias presentan la nave central bastante más alta, gracias a un segundo nivel de postes que forman parte de la armadura de cubierta asentados sobre los estribos en la misma posición que los pilares, como en la iglesia de Saanen (Fig.4.17 a).

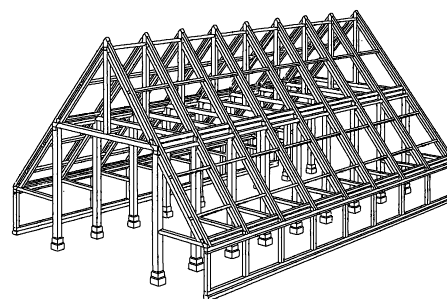
Otro tipo de iglesia con estructura de madera es la denominada *Scheunemkirchen* o Iglesia granero, eran estructuras de entramado pesado de postes y vigas, usuales en los graneros pero que podían haber servido provisionalmente como iglesias, similar a la interpretación de Horn (1981) para la vivienda de huéspedes en el plano de San Gall (Fig. 4.8).

La iglesia de entramado pesado de madera más grande de Francia en la actualidad es la de Santa Caterina en Honfleur (Fig. 4.18). Fue construida después de la guerra de los Cien años hacia el 1460, tiene una nave central y dos laterales. El 1496 fue ampliada, a la nave central, se añadió una de similar tamaño mas una nave lateral, conformándose, dos naves central y dos laterales. La planta actual es rectangular, doble ábside, con pilares de sección cuadrada que forman las cuatro naves. La armadura de cubierta se modificó en dos techos en forma de V invertida acompañando cada uno de los pórticos centrales, mientras que las cubiertas en las naves laterales son más bajas. En el interior los techos revestidos forman dos bóvedas. La iglesia ha sufrido modificaciones en el transcurso del tiempo, en el siglo XIX se añadió un porche de estilo clásico.

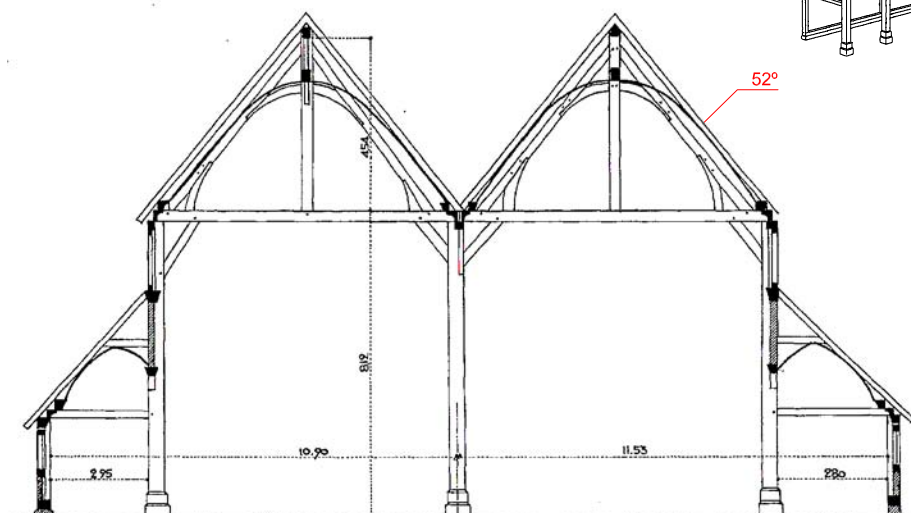




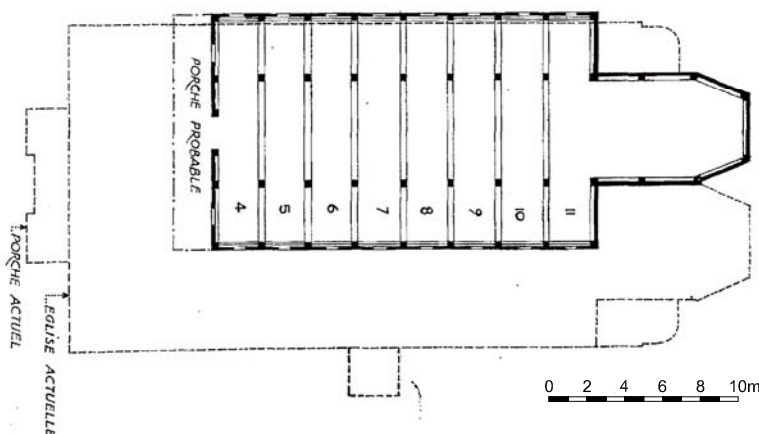
Sección transversal
a. Iglesia inicial, 1460 aprox.
Ferrat, J. /CRMH, 1946



b. Iglesia Primitiva, 1460 aprox.
Horn, W. , 1958



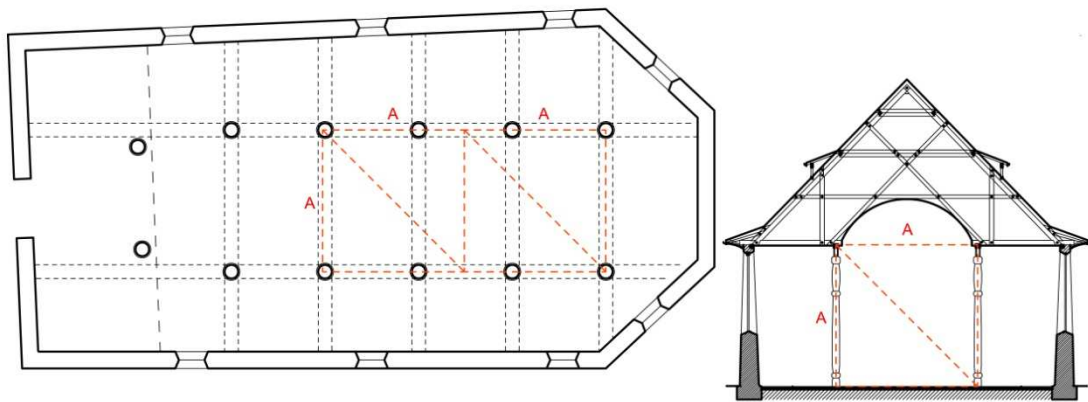
Sección transversal
c. Ampliación iglesia, 1496
CRMH



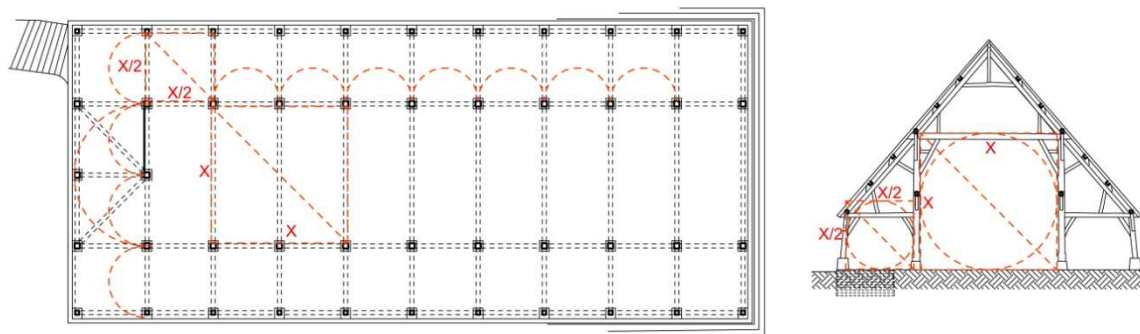
d. Posible planta inicial
Ampliación iglesia, 1496
Ferrat, J. /CRMH, 1946

4. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

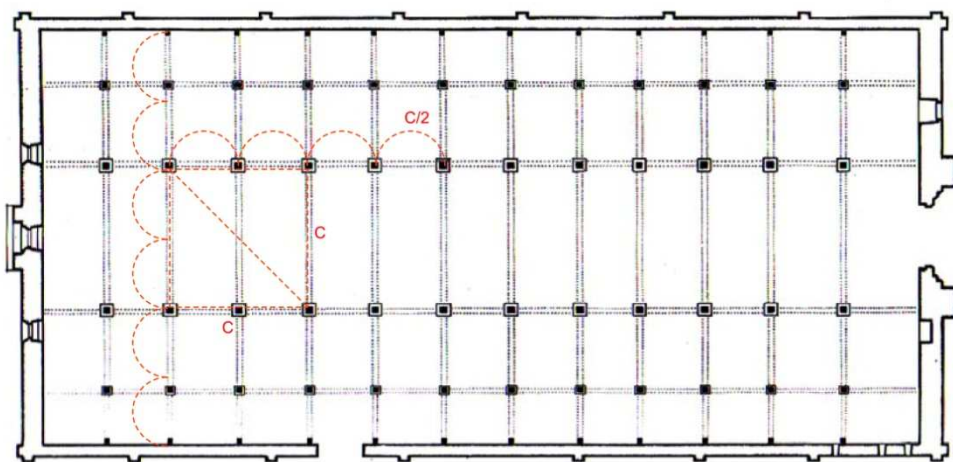
4.1 Plantas y secciones



a. Iglesia de Meiringen, Suiza (1684)



b. Mercado de Merville, Francia (1522)



c. Granja Meslay, Francia (s. XV)

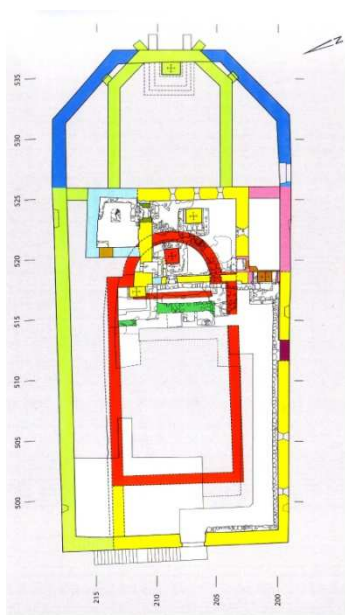
Los edificios analizados anteriormente según su uso, viviendas, graneros, mercados, iglesias y salones, con similar solución estructural interior formada por pilares de madera que divide el espacio interior en varias naves, tienen en todos los casos plantas rectangulares.

Hemos escogido tres tipologías de plantas rectangulares para analizarlas, la iglesia de Meiringen, el mercado de Mereville y la granja de Meslay.

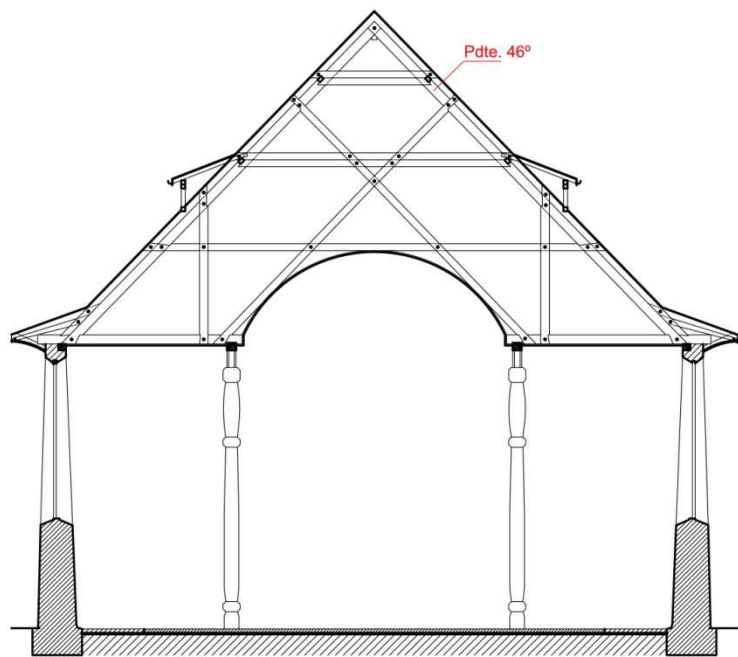
La planta de la iglesia de Meiringen es producto de la evolución de una serie de ampliaciones que van desde el siglo X hasta el XVII, siendo en todos los casos, los muros exteriores de fábrica de piedra (Fig. 4.20). La inicial era una pequeña iglesia con ábside; luego la misma iglesia fue ampliada en tres sus lados y se construyó un campanario; la tercera modificación se realizó en el siglo XIII, se amplió el presbiterio y se añadió un altar lateral, fue destruida por una tormenta de nieve; la cuarta iglesia modificada varias veces se amplió la nave y el ábside. La planta actual del 1684, es rectangular y achaflanada en el altar, de 17,50m de frente y 39m de profundidad. Tiene tres naves, dividida por pilares de madera, ventanas con arcos de medio punto y un pequeño pórtico en la entrada.

El mercado de Mereville construido el 1522, tiene planta rectangular, de 40,84m de largo y 17,25m de ancho. El edificio está situado sobre una colina, eran comunes en la Edad Media por la ventaja que ofrecían en cuanto al drenaje de las aguas. Se encuentra sobre un zócalo de piedra y en los dos o tres primeros tramos existen escalones. La estructura de madera está expuesta a las condiciones externas del clima, ya que no tiene cerramientos.

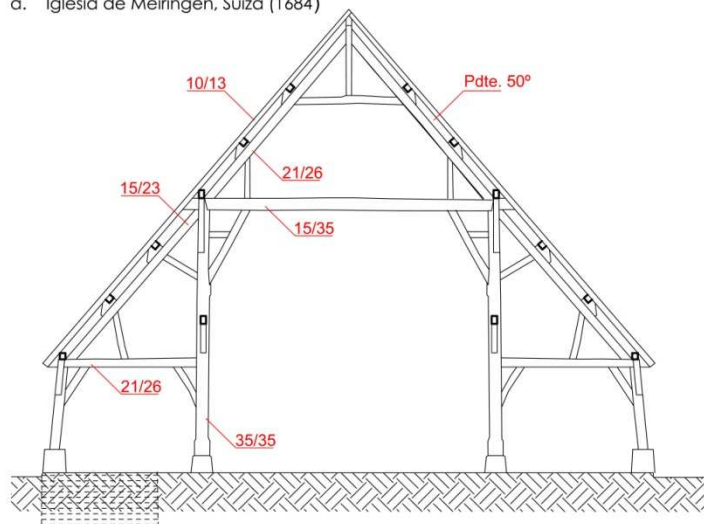
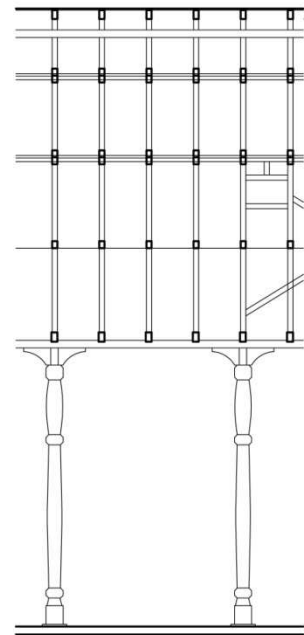
El granero de Meslay es una estructura mixta formada por muros perimetrales de fábrica de ladrillo y una estructura de pilares cuadrados de madera formando cinco naves en el interior. Tiene planta rectangular, su longitud interior es de 52,00m y de ancho 24,50m. Fue construido en el siglo XIII y reformado en el siglo XV.



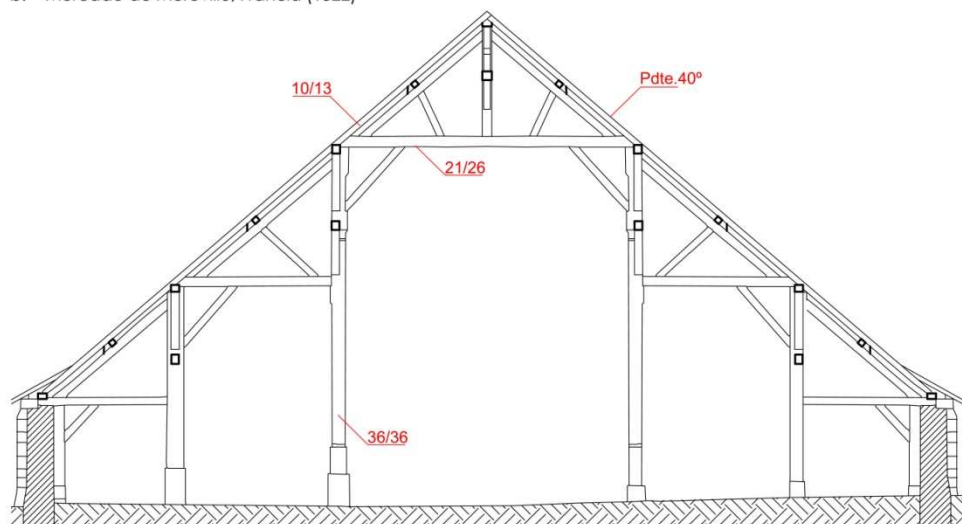
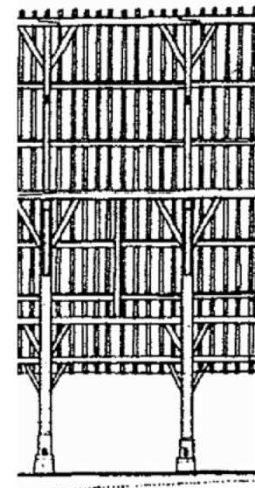
4.20 Evolución de la iglesia de Meiringen
Gutscher, 2008 p. 135



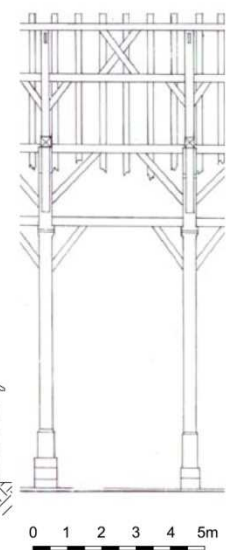
a. Iglesia de Meiringen, Suiza (1684)



b. Mercado de Mereville, Francia (1522)



c. Granja Meslay, Francia (s. XV)



4.21 Tipologías de secciones transversales y longitudinales de edificios medievales en Europa

4.2 Proporciones geométricas

Estructuras de madera

La Edad Media periodo de mayor uso de la madera como material de construcción, para el manejo se utiliza guías geométricas basadas en medidas antropomórficas.

Debido al carácter sistemático de las estructuras de madera la configuración de la estructura tiene bases geométricas y de proporciones

A fines de de la Edad Media, se introducen ciertas reglas de proporción en las estructuras de madera, las cuales fueron aplicados en el campo y en las regiones menos desarrolladas de Europa hasta el siglo XIX. De hecho los tratados de carpintería hasta el siglo XIX proponen reglas geométricas como método de trazado y relaciones de escuadrías de piezas para su dimensionado.

Las reglas de proporción las podemos observar en los ejemplos descritos anteriormente. Por ejemplo en el mercado de Mereville (Fig. 4.19 b), el ancho de la nave principal es la mitad que el ancho de las naves laterales y de los tramos. Las distancias están medidas en piel real equivalente a 32,484cm. Es posible que su estructura fuera concebida con una retícula de 40 cuadrados, cada uno medido por 12 pies reales. La proporción de una figura cuadrada también se puede encontrar en el pórtico de la nave central, tiene la misma altura que anchura.

Armaduras de cubierta

En las armaduras de cubierta hispánicas de par y nudillo el grueso de los maderos, era el módulo o unidad de medida utilizado en toda la construcción de la armadura. Este grueso (g) se obtenía dividiendo el ancho de la estancia a cubrir por un número múltiplo de 9 y del número de peinazos transversales. Mientras que la altura o canto (h) dependía del grueso y del cartabón cuadrado (Candelas 2005: 204).

Para obtener la inclinación de la cubierta en las armaduras de par y nudillo, los carpinteros utilizaban cartabones, basados en divisiones de la

semicircunferencia. El cartabón de 5 (36°) era el más frecuente, aunque también se utilizaron cartabones de 4 (45°), 4½ (40°) y 6 (30°). La ubicación del nudillo se situaba a 2/3 de la altura medida desde la base. En relación a la separación del conjunto de pares y nudillo se utilizaba la regla de separar el doble del grueso de los maderos, conocido como *a calle y cuerda*, situación que varía a partir del siglo XVII, llegando a incrementarse hasta separaciones de 4 o 5 veces el grueso.

4.3 Estilos

Para los humanistas la arquitectura en madera es una arquitectura rústica o pobre. Teoría que proviene desde Vitruvio, quien decía que la arquitectura se originó en primitivas estructuras de madera.

Sin embargo, las mismas formas de detalle y decoración usadas por casas de piedras medievales fueron empleados en casas de madera, así como en los esporádicos edificios religiosos o públicos.

Según Milobedzki los estilos preceden a los materiales y a las técnicas. Así se observa en las arcadas que dividen las naves de las iglesias, en los marcos y puertas ojivales, contruidos en madera. En las iglesias inglesas, que ocasionalmente fueron reemplazadas, de arcadas en madera por mampostería, no significa que el remplazo se debe al uso de la madera como material de carácter temporal o por una necesidad económica, especialmente desde que no habrían tenido ningún tipo de copia deliberada de forma de mampostería.

El desarrollo de técnicas se observó en el románico y en el temprano gótico de catedrales, abadías y residencias nobles. Desde estos edificios se mejoró las armaduras y los entramados fueron populares en las clases medias.

Con el Renacimiento se crea un “Alto estilo” basado la teoría de Vitruvio y es partir de este momento que la tradición gótica de construcción en madera fue relegada a las bajas clases de la sociedad y confinado a las casas de los campesinos. Sin embargo en Europa central y del Este, el

proceso no fue completado hasta el siglo XIX. Milobedzki, afirma que la arquitectura vernácula en madera, se vuelva a si misma y se codifica en base a tradiciones góticas, construcciones y modelos todavía usados en pueblos por constructores locales, quienes eran reacios a aceptar el Renacimiento y los modelos manieristas.

En el periodo Barroco, cuando el proceso de sustitución de madera por piedra y ladrillo va en disminución en los territorios que todavía predomina la madera, los constructores crean edificios de alto estilo en madera. Pero en general, en el barroco este tipo de arquitectura fue relegada y considerada de estilo rústico, es decir de las mas baja categoría y caracterizada por la apropiación del *decorum* para producir efectos ilusionistas, por ejemplo en la forma de las columnas salomónicas.

4.4 Decoración y ornamentos

La decoración y la ornamentación en los edificios de pilares de madera ha dependido del uso que se daba al espacio y el contexto en el que se construyo.

En los graneros no existía ningún tipo de decoración y el cobertizo se limitaba a su función de espacio diáfano contenedor de granos. En los graneros de los monasterios, como el de la Granja Meslay, la estructura de madera no presenta ningún tipo de capiteles decorativos, incisiones en los pilares, pinturas en el techo, decoraciones en las paredes, molduras, etc. La fachada principal de fábrica de piedra como todo el muro perimetral, a pesar de tener un lenguaje más expresivo por formar parte del conjunto del monasterio, tiene pocos detalles. Sobresale un cuerpo central, sin ninguna continuación estructural con el interior, en el que se remarca el acceso de un portal con arco a medio punto escalonado en tres niveles. La fachada es simétrica con ventanas alargadas y circulares a cada lado y una central.

Los mercados contruidos en la Edad Media, no tenían ningún tipo de decoración especial. Formados por entramados pesados de pórticos y vigas sólidos, contruidos para resistir un uso intenso y al no tener

cerramientos, expuestos a agentes climáticos y refugio de pájaros. Por consiguiente, la solución arquitectónica se limitaba a dar respuestas estructurales del buen funcionamiento de sus elementos, más que a la elegancia que podía presentar el edificio. En algunos de ellos, como en el mercado de Cremieu, las fachadas posterior y anterior, son de fábrica de piedra, con tres aberturas una central y dos laterales con arcos de medio punto, coincidiendo con las naves interiores.

En los salones y las iglesias, existió cierta decoración determinada por la importancia que tenía el edificio y también por la tradición de los carpinteros del lugar. La madera utilizada en abundancia para la construcción de iglesias del gótico tardío en Europa Central y del Norte, fueron una síntesis de vocabularios arquitectónicos utilizados en mampostería. La iglesia de Meiringen, es un ejemplo de estos edificios en madera

La identificación de construcción como forma, empezó a decaer en las iglesias de madera, con el arte barroco, la madera empieza a ser usada para producir efectos ilusionistas.

Ejemplos actuales de este tipo se encuentran en Europa central y del Este, uno de ellos es la Iglesia Kezmarok en Eslovaquia (fig. 4.22) construida entre el 1718-1727 por Jan Lerch. Aunque la tipología constructiva no es similar a las escogidas en este estudio, es decir plantas rectangulares de tres naves divididas por pilares, la pequeña iglesia de Kezmarok tiene la planta en forma de cruz griega. El interés surge por tener en las cuatro esquinas del transepto esbeltas columnas de madera salomónicas profusamente talladas. Son elementos estructurales de apoyo en las intersecciones de las naves y al parecer es uno de los pocos ejemplos de pilares salomónicos en madera no decorativos que se encuentran en pie actualmente en Europa. El revestimiento interior del techo, formado por tablas de madera está pintado en colores azul, blanco y amarillo. Toda la decoración del altar, púlpito y pila bautismal son barrocos.



4.22 Iglesia de Kezmarok

5. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Una vez los constructores consiguieron la durabilidad de los pórticos de madera, por medio del uso de la piedra para separar los pilares de la humedad del suelo, tuvieron que resolver el problema de la inestabilidad de la estructura, producida por empujes en los extremos o laterales. En parte fue solucionado con la creación de faldones en los extremos longitudinales y reforzando la estructura con barras colocadas diagonalmente. Otro problema a resolver fueron las uniones de los pórticos, los pilares con el tirante y luego con la armadura de cubierta. Una solución consistió en unir los pórticos, formados por pilares y tirantes con correas longitudinales; otra más bien al revés, primero unir los pilares con las correas y encima de este colocar los respectivos tirantes.

En la tabla 4.1 se puede observar características de las estructuras de madera pórticos y graneros estudiados. Las armaduras de cubierta utilizadas son todas tijeras que coincidían con los tramos de los pórticos y recibían las cargas de las correas. Otra particularidad es la distancia que no superaba los 4,15m entre pilares, coincidiendo con las reglas de proporción cuadrada de todo el pórtico. La mayoría de los pilares principales tenían sección cuadrada, mientras que los tirantes, pares y correas podían ser levemente rectangulares.

Tabla 4.1 Sistemas constructivos en mercados y graneros de pórticos de madera

	Tipo de armadura	Distancia entre pares ppales.	N° pilares	Secciones de barras de madera					Tipo de madera
				Pilar ppal.	Tirante	Pares	Correas	Barras second.	
Lorris	Tijeras con correas	3,80 m	44	35X35	26X30	20X22	18X20	15X17	Roble
Méréville	Tijeras con correas	4,10 m	44	30X30	30X33	20X23	18X20	12X20	Roble
Arpajon	Tijeras con correas	3,90 m	48	28X29	29X31	16X20	15X18	12X20	Roble / Castaño
Chatillon sur Chalaronne	Tijeras con correas	4,17 m	64	31X32	29X30	20X20	26X26	15X20	Roble
Egreville	Tijeras con correas	4,10 m	32	32X29	30X30	s/d	s/d	12X20	Roble
Milly la Forêt	Tijeras con correas	4,10 m	48	27X30	25X30	13X18	12X17	12X15	Castaño
Cremieux	Tijeras con correas	2,84 m	84	27X27	19X27	22X27	22X25	12X20	Roble
Meslay	Tijeras con correas	4,15 m	78	36X36	21X26	21X21	20X20	16X16	Roble

Fuente: Charpentés de halles et de granges Vol. 1. XV et XVI. Paris: Centre de recherches sur les Monuments Historiques. 1983

Se solía utilizar madera roble para la estructura y en algunas ocasiones la armadura era de castaño.

En la tabla 4.2 se observa características de las estructuras de las iglesias de madera denominadas “pan de boi” o de entramados ligeros a excepción de Honfleur que es del tipo de entramado pesado. De hecho la armadura de esta última, es la única de tijera con correas, las demás son en base a pares. La luz del pórtico principal en las iglesias de *pan de boi* es pequeño no más de 3,20m, al ser estas iglesias de pequeñas dimensiones, en Honfleur es de 7,90m. Las barras que forman los pares son de escuadría casi cuadrada de pequeñas dimensiones, mientras que los pilares son de 30cmx30cm. El tipo de madera utilizado en estas estructuras es roble, abundante en la zona donde se han construido estas iglesias.

Tabla 4.2 Sistemas constructivos en iglesias de pórticos de madera

Edificio	Tipo de armadura	Distancia entre pares ppales.	N° pilares	Secciones de barras de madera (cm)				Tipo de madera
				Pilar ppal.	Tirante	Pares	Barras second.	
Drosnay	Pares	3,20 m	32	33X32	25X28	10X11	10X11	Roble
Honfleur	Tijeras con correas	7,90 m	36	40X40	28X28	20X20	20X20	Roble
Lentilles	Pares	3,10 m	24	25X28	24X18	12X12	13X11	Roble
Outines	Pares	2,70 m	32	30X30	33X30	12X12	12X11	Roble
Bailly-le-franc	Pares	3,00 m	24	30X30	27X28	13X16	13X15	Roble

Fuente: En base a planos del Centre de Recherches sur les Monuments Historiques

A continuación entraremos a caracterizar los tipos de maderas, herramientas y medios auxiliares utilizados para erigir estas tipologías de construcciones.

5.1 Materiales y herramientas

La utilización de la madera como sistema estructural en base a barras requiere conocer las ventajas que posee ante otros materiales y también sus limitaciones. Aprovechar las propiedades que tiene el material leñoso de aguantar tracciones y flexiones. Mientras que un inconveniente en el

transcurso del tiempo ha sido las limitaciones de poseer adecuadas escuadrías y longitudes mayores.

Las maderas duras, resistentes a la putrefacción y en lo posible fáciles de trabajar fueron las mas utilizadas en la construcción. Se conseguía en los alrededores del lugar a edificar, debido a la costumbre de elegir la madera de los bosques, según cada edificación. Esto obligaba a no tener material almacenado, a un constante aprovisionamiento y a emplear la madera talada sin esperar el debido secado.

Como se ha visto en las tablas 4.1 y 4.2 las maderas más utilizadas se encuentran variedades de especies de roble, del género *Quercus*, como el *Quercus robur* especie forestal encontrada en todo Europa. La madera de este roble es de color pardo-leonado, muy dura, de grano fino, con anillos de crecimiento bien marcados, bastante pesada y muy resistente a la putrefacción aún dentro del agua. Debido a su dureza, se utilizó generalmente en las estructuras portantes del edificio.

También se han utilizado variedades de castaño, que son parte de la familia de las fagáceas. La madera es de color amarillento, de aspecto similar al roble pero más fácil de manejar y más estable. Es una madera de dureza media, elástica, tenaz y flexible. Debido a esta característica su uso mayor fue en las armaduras, donde se necesitaban barras mas pequeñas para las triangulaciones, y donde se requería mayor trabajo como en la formación de encajes y los ensambles.

La utilización de hierro fue baja, la mayor parte de este tipo de edificios no utilizaba, o se limitaba al uso en clavos o planchas metálicas en lugares donde existía mayor sollicitación de fuerzas a tracción, como la unión de dos tirantes.

En cuanto a otros materiales, se utilizó como cerramientos perimetrales piedra, barro con fibras vegetales, adobe, ya sea como elemento portante en estructuras mixtas o simplemente como pared. El uso de la piedra se extendió a partir del siglo X como base de los pilares.

Los constructores

Para la construcción de la estructura como para las cubiertas se utiliza un mismo tipo de carpintero, el de lo “grueso”, que más adelante, a partir del siglo XVI, se especializarán en artesanos de obras menores o ebanistas y de obras mayores.

En el medio rural, el proceso fue diferente. Los campesinos, además de dedicarse a sus tareas habituales, fueron los responsables de la construcción de sus viviendas y todo tipo de edificio de uso público. Sin ningún tipo de especialización, eran los taladores, proyectistas y decoradores de sus edificios. Trasmitían el conocimiento de manera oral de generación en generación y mejoraban las soluciones constructivas conforme se presentaban los problemas en obra. De hecho este es un factor importante para poder diferenciar este tipo de construcción con las mas elaboradas de las ciudades, donde se utilizó esta técnica en las armaduras de cubierta o en edificios temporales. Es así que Milobedzki (1989) afirma que hasta el siglo XIX es en el campo donde se aplican ciertas reglas de proporción en las estructuras de la madera, mientras que en las ciudades se da el mayor desarrollo en el románico y en el temprano gótico de catedrales, abadías y residencias nobles.

Herramientas y medios auxiliares

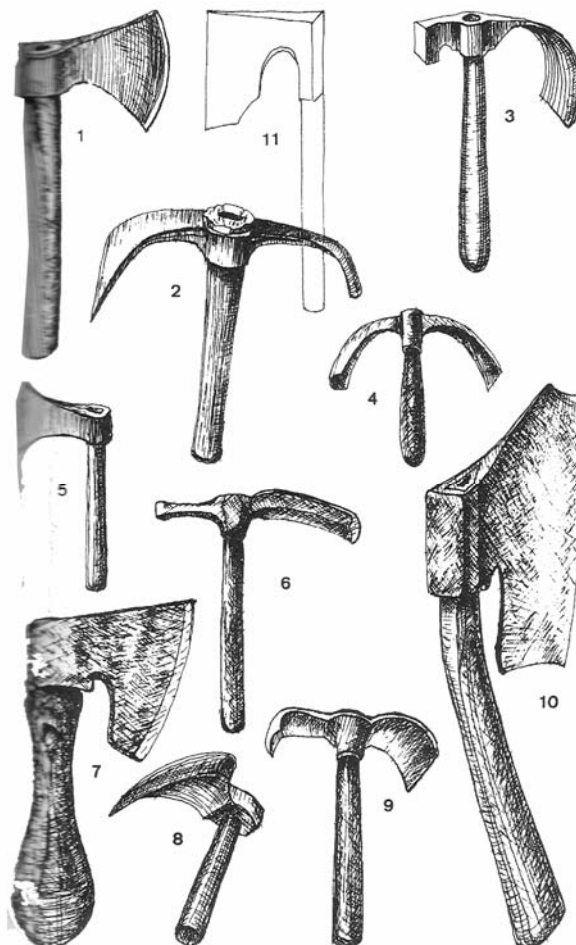
Entre las fuentes documentales que describen las herramientas, los medios auxiliares y los equipos de obra, están los libros de fábrica, crónicas de construcción y manuscritos generales. Entre estos últimos el más conocido y completo de la época medieval es el Cuaderno de Villard de Hônnecurt. Los libros de fábrica y las crónicas de construcción suelen referirse a los ingenios empleados, sin embargo carecen de análisis de los procesos constructivos de la edificación.

Otro tipo de fuente, son los tratados y las representaciones artísticas. Los primeros no suelen profundizar en el tema y se limitan a nombrarlos vagamente. En las representaciones artísticas es donde se puede apreciar

bastante información, no sólo sobre las herramientas, sino sobre el proceso constructivo, los medios auxiliares y los mismos constructores.

Entre las herramientas mas utilizadas para trabajar la madera, se encuentran una serie de hachas (Fig. 4.24), sierras, azuelas, cuchillos, taladro de mando, cincel y otras para diseñar la armadura como los cartabones, cuerdas, reglas, compás.

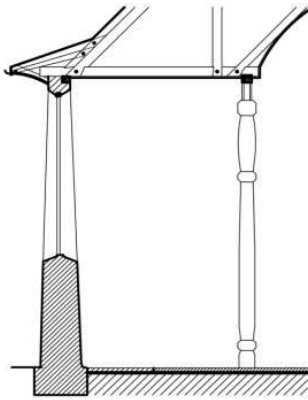
Entre los medios auxiliares se utilizaba la cabría de trípode, que es un elemento de elevación compuesto por una polea suspendida en el punto de unión de tres puntales inclinados formando un trípode, y por la cual pasa la cuerda de tracción. Normalmente los maderos iban amarrados a un gancho en el extremo de la cuerda. Otro medio fue la grúa, de tradición clásica será utilizado en esta época, con sistemas de gancho, cables de tracción, trocleas de poleas y tambores de arrollamiento o, en sustitución de ellos, cabrestantes o una rueda lateral que proporcionaba la energía necesaria para hacerla operar.



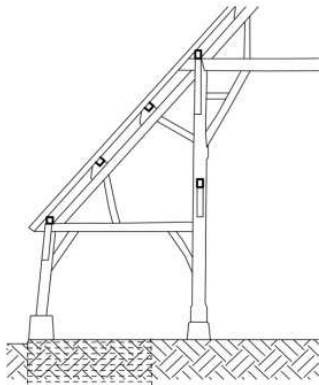
4.24 Tipos de hachas medievales

5.2 Tipología de pilares, arcos y capiteles de madera

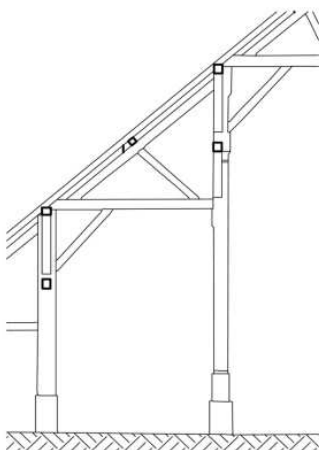
Pilares



a. Iglesia de Meiringen, Suiza (1684)



b. Mercado de Mereville, Francia (1522)



c. Granja Meslay, Francia (s. XV)



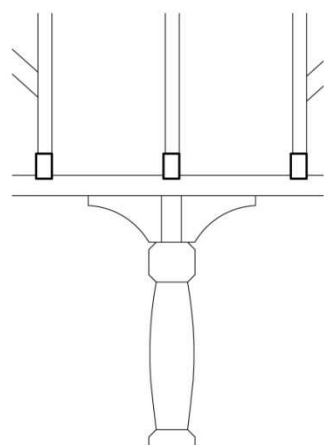
0 1 2 3 4 5m

4.25 Tipologías de pilares en mercados, graneros e iglesias de edificios medievales de naves divididas por pilares de madera

Los pilares de madera en la edificación fueron utilizados en los lugares donde era posible proveerse de largos fustes sobre todo de árboles de especies frondosas. El uso de la piedra como elemento de apoyo para evitar el contacto directo de la madera con el suelo, permitió que los postes en las estructuras tuvieran mayor duración. En la Edad Media, el periodo de mayor uso de la madera en la edificación los pilares fueron trabajados según el uso que se daría al espacio, podían ser de diferentes tipos de escuadría, circulares, poligonales, cuadrados, rectangulares, etc.. En los graneros donde la utilidad se encontraba en tener un amplio espacio diáfano, los pilares cumplían su función estructural simplemente aserrados con escuadrías por lo general cuadradas pero desprovistos de decorados. También en los mercados abiertos, de uso intensivo los pilares eran de secciones rectangulares o cuadradas lisas. En edificios más emblemáticos como iglesias o salones de castillos, los pilares fueron más trabajados. En algunos casos se realizaron entalladuras siguiendo los principios de las columnas de los órdenes clásicos, en otros casos se simplificaba el entallado a la parte superior e inferior del pilar, por medio de anillos o pequeñas estrías, mientras que otros casos la elegancia del pilar se encontraba en pinturas con motivos florales. En el periodo barroco se trabajó el pilar con formas helicoidales como en la iglesia de Kezmarok.

En la fig. 4.25 vemos tres tipologías de pilares, en la iglesia de Meiringen (Fig. 4.25 a) el pilar de sección circular tiene tres anillos para diferenciar la base, el fuste y la unión con el capitel. Antes de la última restauración realizada el año 1973 los pilares también estuvieron pintados con figuras geométricas. En la fig. 4.25 b, los pilares del mercado de Mereville de un lateral externo están inclinados, desde la erección inicial del edificio, para poder contrarrestar los vientos que vienen del lado opuesto. El tamaño de la basa de piedra variaba según el pilar se iba deteriorando, así conforme se cortaba la parte en mal estado del pilar se aumentaba la altura de la piedra, de esta manera existen diversos tamaños de piedra en toda la estructura. En la fig. 4.25 c, se observa que para afianzar el pilar ante pequeñas posibles cargas laterales la piedra dispone de una espiga.

Capiteles



a. Iglesia de Meiringen, Suiza (1684)



0 1 2 3 4 5m

4.26 Solución de capitel de madera en la iglesia de Meiringen, Suiza

Los capiteles o zapatas fueron utilizados no solamente como elementos decorativos también tenían una función estructural, el de acortar la luz de las vigas que se apoyaban en el pilar y así disminuir la deformación de las piezas. En algunos casos el capitel se ensamblaba con los tornapuntas para aportar rigidez al pórtico en el plano.

En la figura 4.26, se puede observar el capitel de la iglesia de Meiringen, formado por una pieza cajeadada que va ensamblada con el pilar. El modelo se repite en todos los pilares, incluso en los mas pequeños debajo del altílo para el coro.

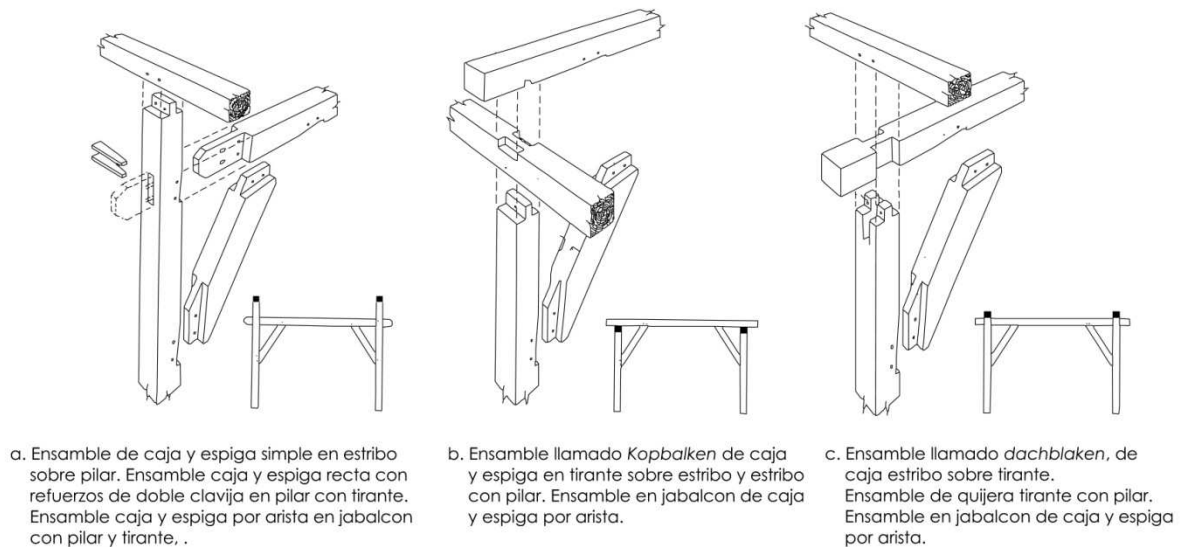
En los mercados, graneros e incluso en otras iglesias inglesas (Fig. 4.15) o francesas (Fig. 4.16 y 4.17) no se usaron capiteles, más bien es difundido el uso de tornapuntas ensamblados directamente a las vigas.

Existió mayor difusión de capiteles de madera en edificios en España, con diferentes tipologías.

5.3 Tipología de uniones: ensambles y empalmes

Construir en madera requiere organizar las barras, mediante cortes que garanticen la transmisión de esfuerzos y la permanencia de sus enlaces. principio que fueron perfeccionados a partir de la Edad Media.

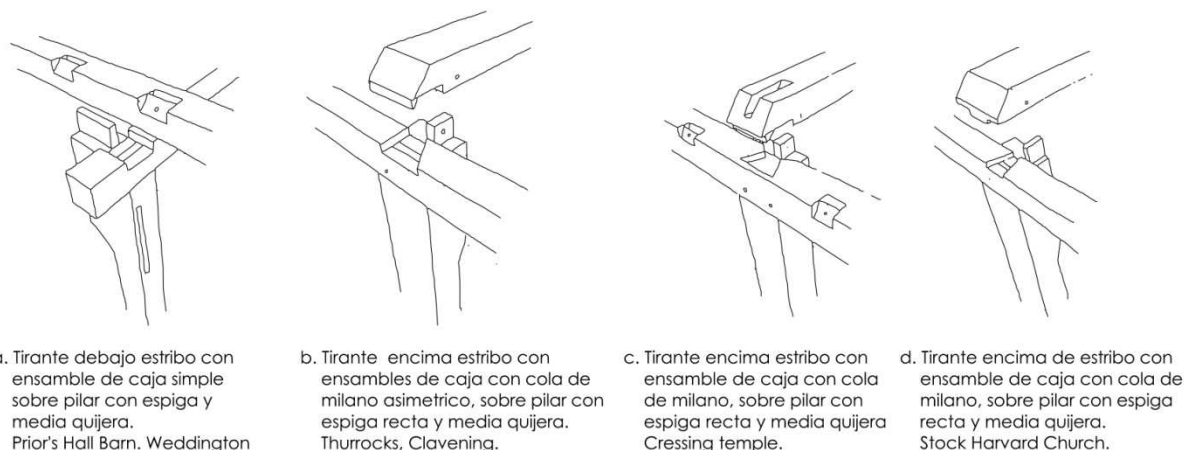
Casinello (1973:93) al describir sobre las leyes generales de la estereotomía de la madera, afirma que el conjunto de piezas que define la unidad constructiva deberá garantizar la indeformabilidad del conjunto, por lo que se recurren a sistemas triangulados. Los ejes de las diferentes piezas, que concurren en un nudo, coplanar o no, deben ser coincidentes en un punto, así se evitan los esfuerzos secundarios que podrían afectar la seguridad del conjunto.



4.27 Tipología de ensambles en viviendas tipo Hallenhaus
Kirk, 1994

En la construcción con madera en Europa medieval los ensambles más utilizados eran aquellos diseñados para transmitir esfuerzos de compresión. La transmisión de esfuerzos se realiza a través de tensiones entre las superficies en contacto, evitando el deslizamiento de una pieza sobre la otra mediante cajas y espigas o rebajes.

En la fig. 4.27 podemos observar diferentes tipologías de ensambles determinadas por la ubicación del tirante respecto a los pilares. En la fig. 4.27 a el tirante tiene una espiga recta pasante sobre el pilar, la mortaja es mas amplia que la espiga para permitir su entrada, impidiendo su salida

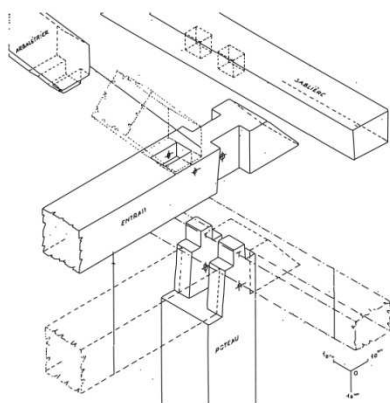


4.28 Tipología de ensambles de pórticos en graneros, salones e iglesias inglesas
Hewitt, 1954

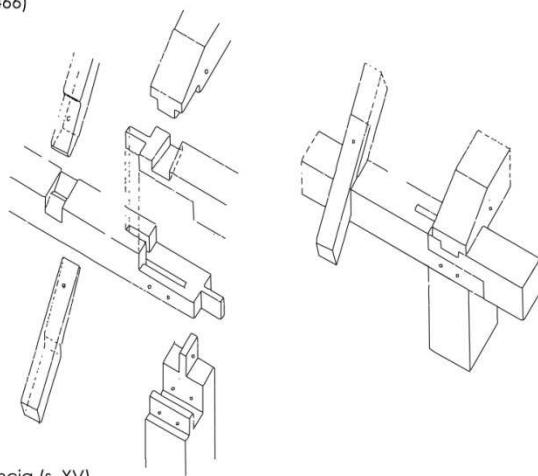
mediante doble espiga de madera. En la fig. 4.27 b el tirante se ensambla por encima de la viga estribo mediante caja y espiga. En la fig. 4.27c el ensamble descansa sobre el pilar con un ensamble de quijera y encima de él se coloca la viga estribo.

En la fig. 4.28 se muestran diferentes soluciones adoptadas en los ensambles del tirante en graneros ingleses. En el primer caso (fig. 4.28 a) el tirante se apoya sobre el pilar y encima con un ensamble de caja se ubica la viga estribo. En las fig. 4.28 b c y d, el tirante está por encima de la viga estribo pero existen variantes en cuanto al ensamble sometido a esfuerzos de tracción con cola de milano. En la fig. 4.28 b la cola de milano es asimétrica, en la fig. 4.28 c la cola de milano no es en toda la anchura y en la fig. 4.28 d. la espiga de cola de milano es mas estrecha, mientras que el vaciado es en todo el ancho de la viga.

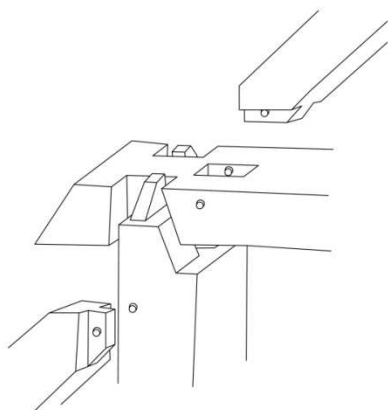
En los mercados y graneros franceses los ensambles llegaron a ser sofisticados en cuanto a las superficies de contacto (Fig. 4.29). Los pilares recibían con un ensamble de quijera a los tirantes que disponían un rebaje en la superficie de contacto y un cogote que permitían transmitir el esfuerzo de tracción a través de compresiones y esfuerzos tangenciales. Se colocaban clavijas con la misión de afianzar las piezas y evitar deslizamientos.



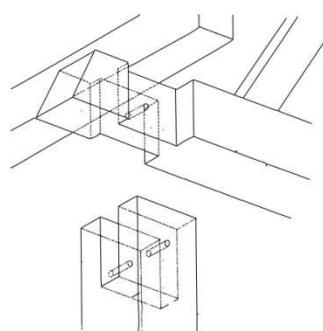
a. Arpajon, Essone (1466)



b. Granja Meslay, Francia (s. XV)



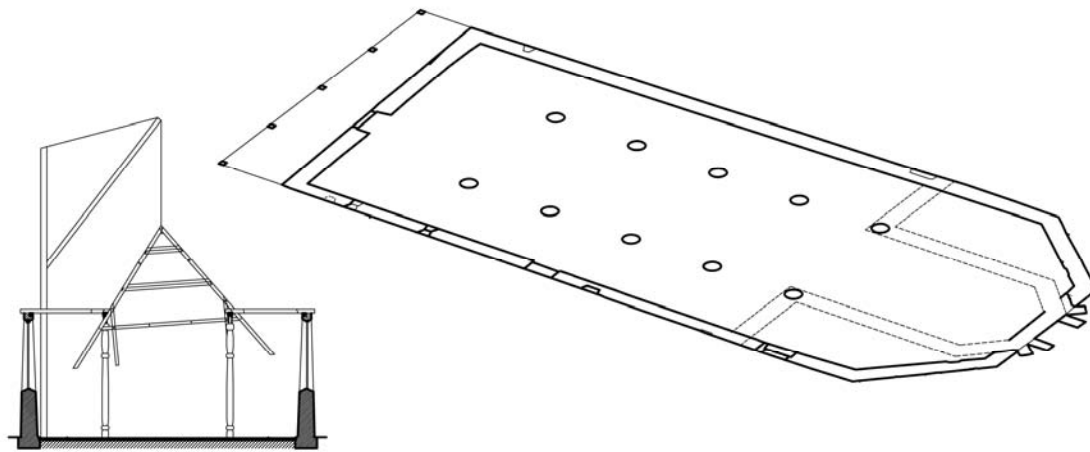
c. Mercado de Mereville, Francia (1522)



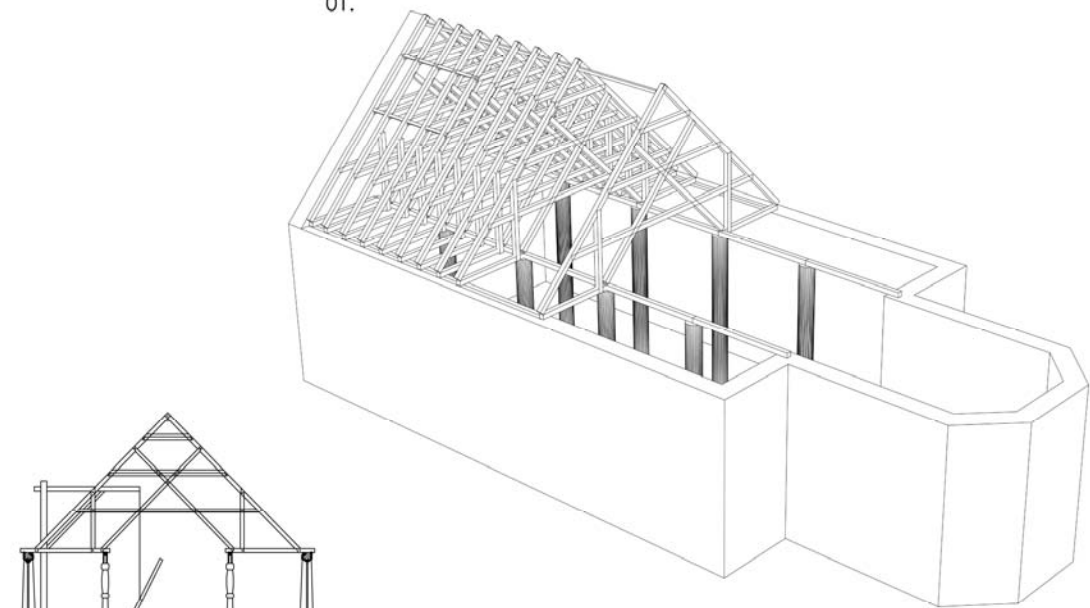
d. Lorris, Loiret (s. XV)



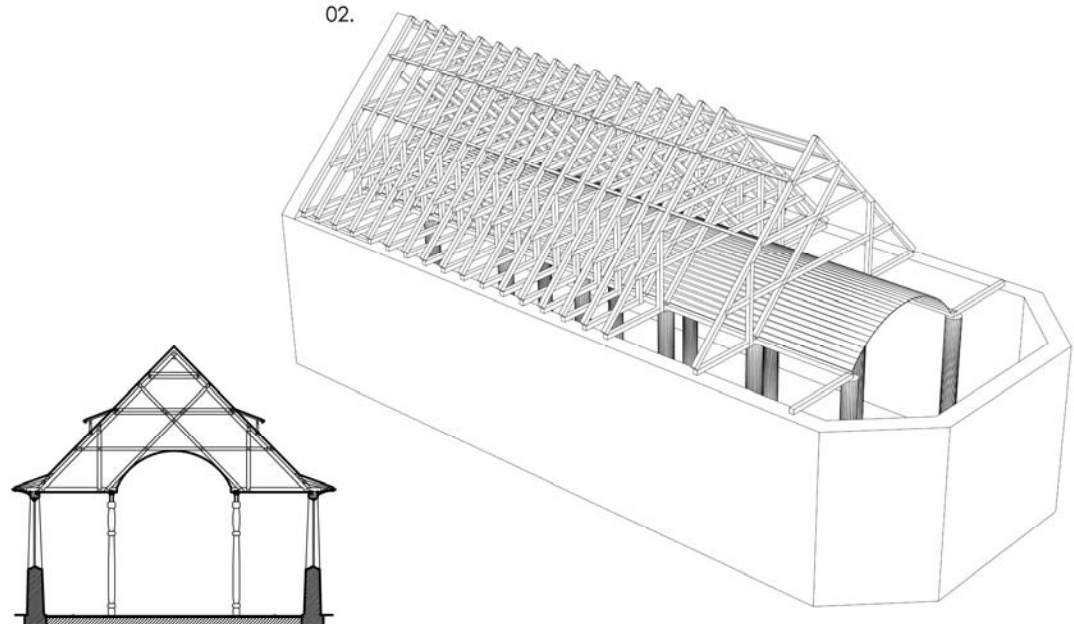
5.4 Proceso de construcción



01.



02.

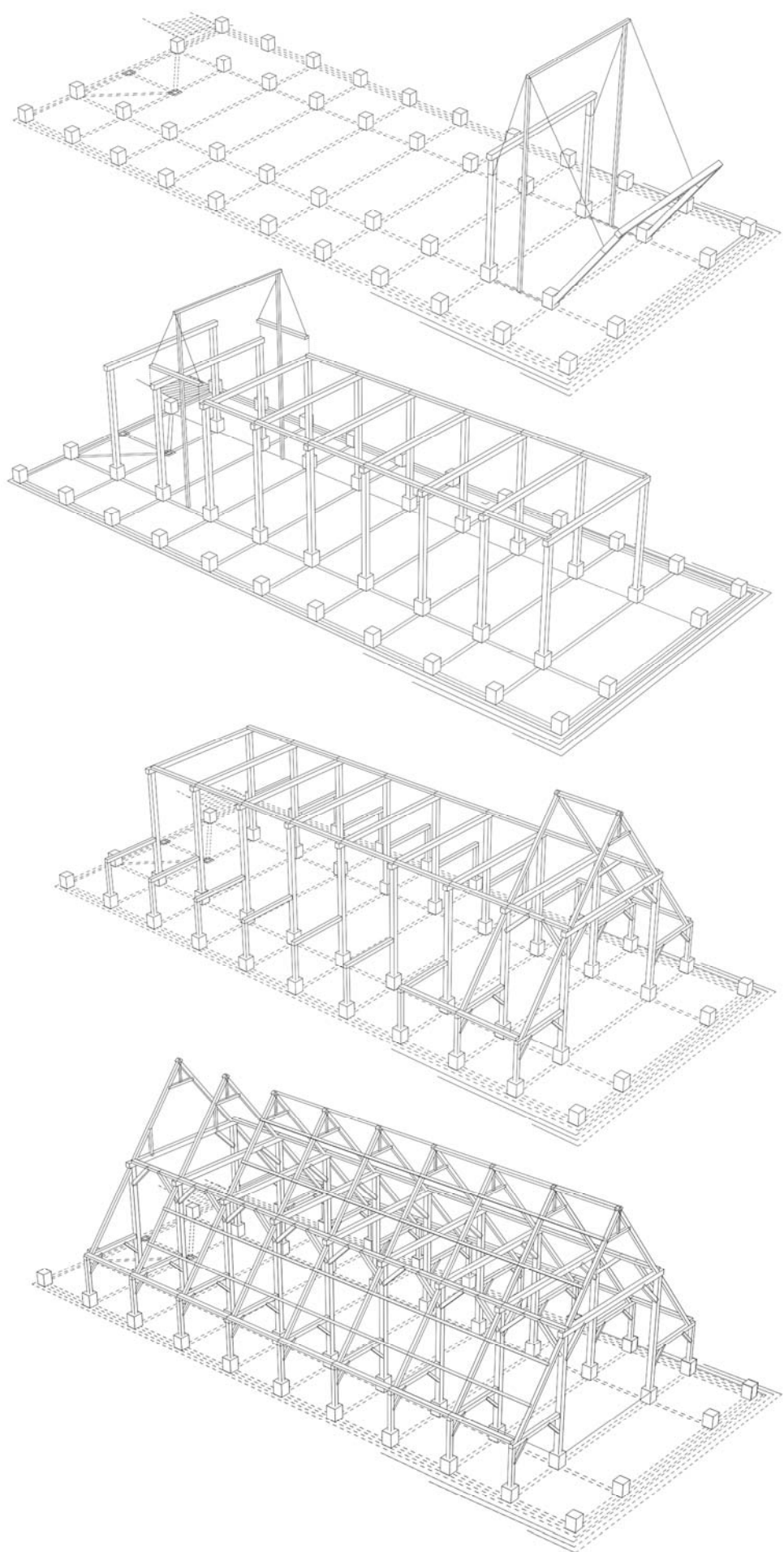


03.

El proceso de erección de las estructuras de entramados pesados de madera podía seguir diferentes secuencias. Estos dependían del sistema adoptado por los carpinteros en cuanto a la ubicación de los tirantes y las vigas. En los casos que los pórticos no fuesen inestables ni de gran peso se los elevaba en forma conjunta caso contrario la erección tenía que ser pieza por pieza.

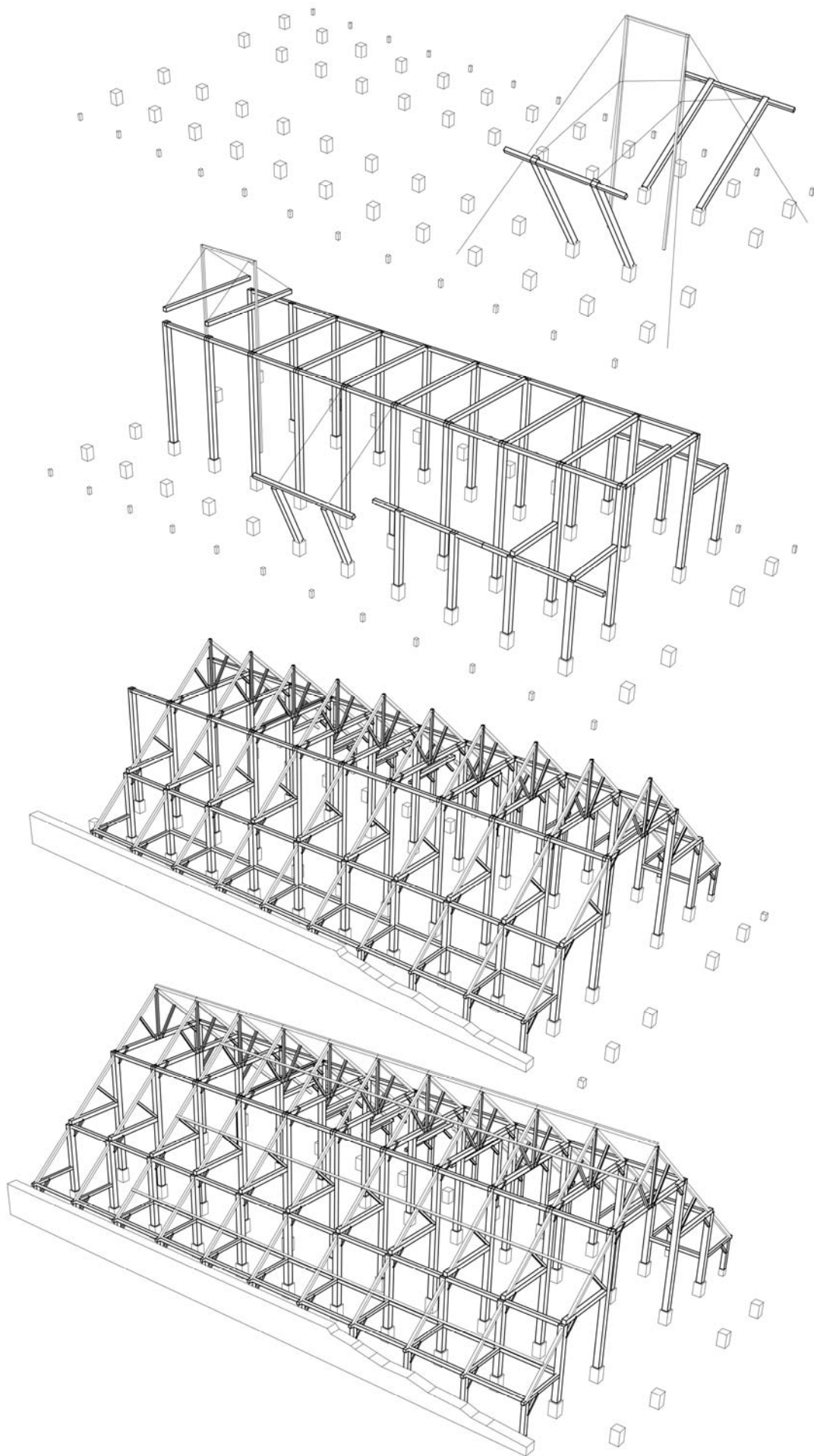
En la Fig. 4.31 se muestra la secuencia de construcción de la estructura de madera. Se iniciaba con el replanteo del edificio y la colocación de las basas de piedra. Luego mediante elementos auxiliares como pórticos provisionales colocados al centro de la nave, hincados al suelo, amarrados en todas las esquinas y provistos de poleas, se iniciaba a elevar los pórticos constituidos por un par de pilares y una viga, ensamblados previamente. Una vez elevados los pórticos se colocaban los tirantes transversales y para evitar vuelcos de los pórticos se los sujetaba por elementos auxiliares. Este proceso se repetía hasta completar la nave central con todos los pórticos elevados. Luego se procedía a colocar los pórticos de las naves laterales así como las vigas transversales. Conforme se avanzaba la estructura de pórticos se iban reforzando con riostras para que la triangulación de mayor estabilidad a la estructura. El siguiente paso era comenzar a dar la inclinación a la cubierta con las barras que formarían los pares. En la mayoría de los casos eran piezas trianguladas con el tirante y reforzadas con tornapuntas, falsos tirantes y pendolones. Encima se colocaban las correas y la viga cumbreira. Toda la armadura era reforzada por riostras que triangulaban los tramos longitudinales para ayudar a absorber los esfuerzos laterales del viento. Por último para terminar de colocar todo el maderamen se situaban los cabrios. En el caso que se necesitasen muros perimetrales como en los graneros, una vez terminada la estructura se iniciaban a elevar los cerramientos.

Los procesos de erección, además del tamaño del edificio, dependían de la técnica constructiva del carpintero y de los medios auxiliares que se disponían.



La iglesia de Meiringen ha sufrido una serie de cambios a través de varios siglos de adaptación y ampliación (Fig. 4.20), de esta manera se considera el proceso de construcción de los pórticos centrales como de la armadura muy posteriores a los muros perimetrales. El primer paso en la colocación del maderamen (Fig. 4.30), fue la erección de los pilares sobre bases de piedra para luego colocar las vigas transversales y longitudinales que darían estabilidad a los pilares. A través de medios auxiliares como la cabría de trípode se pudo levantar parte de las barras principales que componen una de las tijeras. Una vez la tijera estabilizada en su posición final por medio de la viga cumbrera para evitar el efecto remo, se colocaron las barras diagonales, como la cruz de San Andrés, para ayudar a la rigidez de la tijera. La cubierta de Meiringen tiene un falso techo en forma de bóveda que sólo tienen sentido decorativo.

El proceso de construcción de la granja de Meslay (Fig. 4.32) lo hemos supuesto por el sentido cómo están colocados los pórticos. Después de haberse realizado el replanteo en el terreno, colocado la base de piedra y tener las barras de madera con los encajes preparados, se iniciaba con la erección de dos pórticos en sentido longitudinal del edificio, ayudados por sistemas de poleas colocados en un pórtico auxiliar de mayor altitud. Luego se continuaba con los pórticos de las naves laterales y el proceso se repetía con los siguientes tramos en sentido longitudinal. Una vez finalizados los pórticos se comenzaba a formar la armadura colocando primero los pares que se unían con los tirantes y los estribos. Posteriormente se colocaban las vigas cumbreras, las correas y después las barras diagonales que rigidizan la estructura en ambos sentidos. Al ser un granero, Meslay tiene cerramientos laterales y hastiales en los extremos, aunque se puede observar que la estructura de madera es independiente a los muros. Es claro también que los muros colaboran en la absorción de los esfuerzos horizontales producidos por el viento, situación que no se produce en el mercado de Meiringen (Fig. 4.30), por lo que los constructores previeron una inclinación inicial para contrarrestar los empujes del viento.



6. FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL

Este estudio intenta mostrar el comportamiento estructural de algunos ejemplos de construcciones en madera europeas medievales basadas en sistemas porticados. El objetivo, comprobar si el trabajo de los carpinteros de aquella época, que respondía a conocimientos y procedimientos tradicionales intuitivos evolucionados durante siglos, se refleja en los dimensionados y coeficientes de seguridad con las normativas actualmente vigentes. Además la discusión se centra en cuáles son los puntos más solicitados del conjunto, cómo se contrarresta estas cargas, cuáles los fallos que pudieron haber cometido o cuáles las aportaciones al conjunto; cuál era la estabilidad de los pilares de madera, etc. Todo el estudio acotado en un sentido estrictamente estático del sistema.

Para el análisis se han escogido tres tipologías de edificios con pilares de madera, con particularidades distintas en sus apoyos y en su sistema estructural, a continuación el análisis de la estructura antes del cálculo:

a. Iglesia de Meiringen

La estructura está formada por una armadura de tijeras separadas cada 1,37m. Las tijeras constan de par, nudillo, dos órdenes de falso tirante, tirante divididos en dos partes y diagonales en cruz de San Andrés que conectan los miembros. Sobre todas las armaduras descansan directamente los listones, el entablonado y la cubierta. Las tijeras se apoyan sobre muros perimetrales de piedra y sobre estribos sostenidos cada 4,05m por pilares, los cuáles definen el espacio en tres naves.

La primera observación de la estructura previa al cálculo, muestra a cada tijera formada por barras biarticuladas y apoyos articulados. Funcionan como un elemento monolítico reforzado por triangulaciones longitudinales y transversales. Existen fuertes solicitaciones en determinados puntos de las vigas horizontales debido a los esfuerzos transmitidos por las péndolas directamente a las vigas y no a los apoyos. También la viga estribo por su

pequeña escuadría está mal dimensionada ya que a ella llegan las cargas de las armaduras intermedias.

En el análisis se ha realizado un primer cálculo para ver el funcionamiento de la armadura, un segundo para comprobar las tensiones resultantes en la viga estribo y un tercero para ver las cargas que tienen que absorber los pilares.

b. Mercado de Mereville

Es un sistema porticado formado por tijeras y correas apoyadas sobre pilares. Las tijeras están formadas por par, nudillo, pendolón, riostras, tirante, péndolas y tornapuntas. Los ensambles de las piezas son de caja y espiga, reforzado por clavijas, elementos que ayudan a evitar cualquier deformación de la triangulación debido a empujes laterales horizontales. Los pilares de madera forman una nave principal y dos laterales. Todo el pórtico se repite cada 4,05m unidos por correas. La armadura esta unida por barras biarticuladas y nudos articulados. No existen muros perimetrales.

Para evitar la deformación de las barras sometidas a esfuerzos de flexión existen riostras colocadas en el punto de mayor solicitación.

No queda claro la función que cumplen el nudillo y pendolón. Parece que el nudillo ayuda a absorber los empujes producidos por la correa en el par, tal como lo hacen los tornapuntas. En el caso del pendolón se une con el nudillo y los pares para trabajar a compresión.

c. La granja de Meslay

La estructura es un sistema de tijeras principales apoyadas sobre pilares formando cinco pórticos cada 4.10m, transmiten las cargas gravitacionales de la cubierta de dos vertientes, los cabrios y el peso propio a través de correas. Las armaduras están compuestas por barras articuladas unidas principalmente con ensambles en caja y espiga. Los pilares apoyados sobre piedras son estables, trabajan a compresión debido a que la carga de la cubierta produce empujes verticales. Los empujes horizontales como el

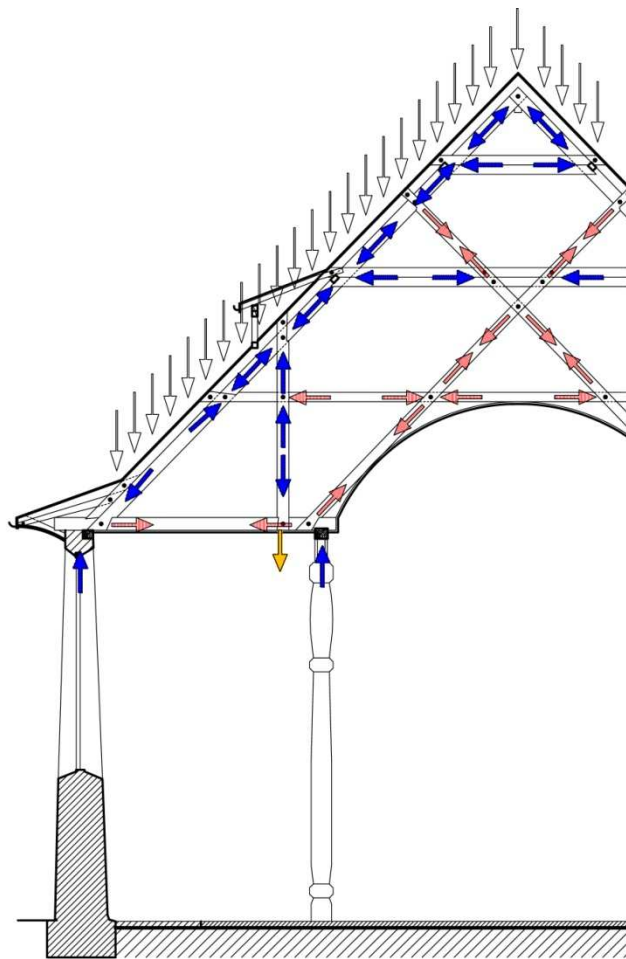
viento no implican inestabilidad en los pórticos, por el sistema de triangulación de las barras que ayudan a rigidizar las barras sometidas a esfuerzos de flexión. Además los muros perimetrales refuerzan la estabilidad de todo el conjunto.

En la mitad de las barras inclinadas que conforman el par, se encuentra un tornapunta coincidiendo con la correa, de esta manera se absorben los empujes producidos por la correa y se evita el flechado del par en su punto más crítico. Los tornapuntas también colaboran a reducir la luz libre que tienen los tirantes o estribos. El empuje que producen los pendolones hacia la cumbrera debido a las fuerzas de los pares ayudan a mantener los tirantes sin flecha en su punto central.

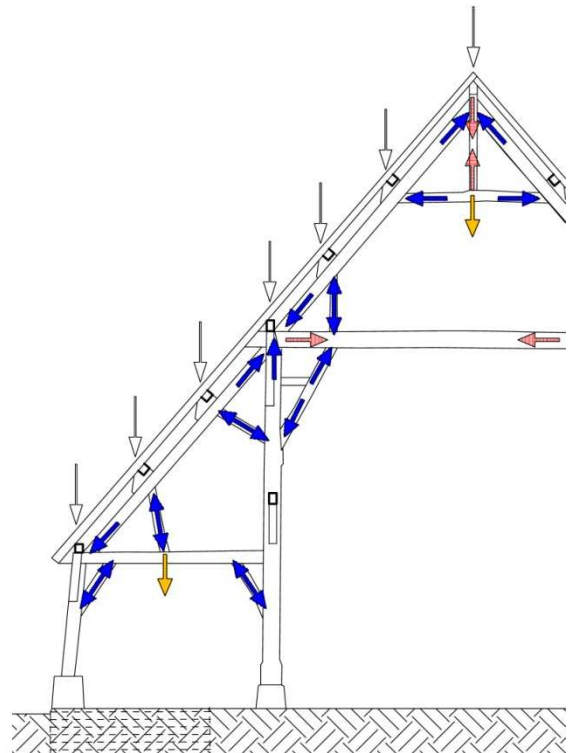
La estructura tiene cinco pórticos de barras de madera biarticuladas apoyadas en nudos articulados. Existe un muro perimetral, aunque para el cálculo se ha utilizado la sección de los dos pilares de madera que están adosados a este muro.

En la figura 4.33 se representa en forma esquemática la distribución de las cargas las cargas verticales y los esfuerzos solicitados en las barras que componen las estructuras de madera. En la iglesia de Meiringen (fig. 4.33 a) las cargas verticales de la cubierta se transmiten de forma distribuida por todos los pares separados a 1,37m. En el mercado de Mereville y la granja de Mesaly (fig. 4.33 b y c) las cargas verticales son transmitidas puntualmente a través de las correas a las tijeras trianguladas.

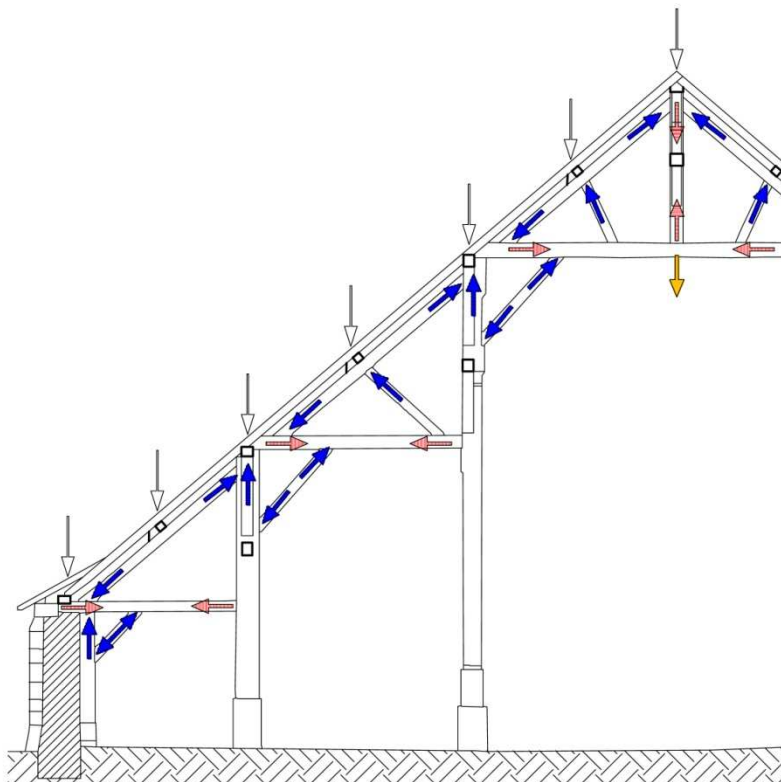
En relación a los esfuerzos solicitados en las barras, la mayoría están sometidas a esfuerzos de compresión, para absorber los esfuerzos gravitacionales. En Mereville y Meslay (fig. 4.33 b y c), los constructores previeron reforzar la absorción de los esfuerzos que las correas transmitían a los pares, colocando una riostra en la misma dirección de las correas. En Meiringen la armadura no ha sido bien resuelta, las barras diagonales de la cruz de San Andrés y péndolas en su extremo inferior no confluyen a la misma altura que las vigas estribos, por los que la viga horizontal está sometida a fuertes solicitaciones.







a. Iglesia de Meiringen, Suiza (1684)



b. Mercado de Mereville, Francia (1522)



c. Granja Meslay, Francia (s. XV)

 cargas verticales
 esfuerzos de compresión
 esfuerzos de flexión
 esfuerzos de tracción

0 1 2 3 4m

4.33 Representación esquemática de los esfuerzos solicitados en las barras que componen las estructuras de madera

6.1 Metodología de cálculo

Para realizar el cálculo se han considerado las acciones exigidas por el Eurocódigo I: bases de proyecto y acciones en Estructuras. Cargas de nieve y Cargas de viento. (Parte 2-3 y 2-4). Se han utilizado los coeficientes de forma para la carga de nieve según la zona climática y las fuerzas de presión por el viento según el mapa eólico de acuerdo al lugar donde se encuentran estas estructuras.

La madera utilizada en este tipo de estructura es madera frondosa. La mayoría de las barras de estas estructuras son roble europeo. Para asignar una clase resistente a las piezas, se ha optado por clasificarla como clase de resistencia D35, según la norma UNE EN 338.

En cuanto a las hipótesis de cargas manejadas para el cálculo, se han realizados las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1: Carga cubierta + peso propio

Hipótesis 2: Viento

Hipótesis 3: Nieve

Combinación 1: Carga cubierta + peso propio+viento

Combinación 2: Carga cubierta + peso propio+ nieve

Combinación 3: Carga cubierta + peso propio+ nieve+ viento

A pesar de que en la realidad las acciones de viento y nieve juntas no serían habituales, a manera de ejercicio académico y para ver la resistencia de la estructura con la combinación más desfavorable se ha optado por analizar la combinación 3. Todos los gráficos de los resultados de momentos de flexión, cortante y deformaciones de esta combinación están detallados en las figuras 4.34, 4.35 y 4.36

En cuanto a los datos de las barras, las cargas de las acciones consideradas, como los resultados de las demás combinaciones, incluyendo diagrama de tensiones, axiles y reacciones, se encuentran en el anexo de este documento.

En relación a los valores de resistencia cálculo a flexión y cortante como los coeficientes de fluencia, se ha determinado para las estructuras de madera

de la Granja de Meslay y la iglesia de Meiringen la clase de servicio 1, por estar en ambientes cerrados; mientras que para el mercado de Mereville se ha adoptado la clase de servicio 2 al no tener cerramientos perimetrales. En cuanto a la clase de duración de la carga (K_{mod}), se ha escogido dos variables, permanente y otra variable de media duración (viento+nieve). En la tabla 4.3 y 4.4 están expresadas todas las resistencias de cálculo y coeficientes en función del tiempo de duración de las cargas.

Tabla 4.3 Resistencia de cálculo a flexión y cortante (N/mm²) – C1

Eo,med	fm,k	YM	Kmod	fm,d	fv,k	fv,d	Kdef	Duración de Carga
10000	35	1,35	0,60	15,56	3,4	1,51	0,60	permanente
			0,80	20,74		2,01	0,25	media

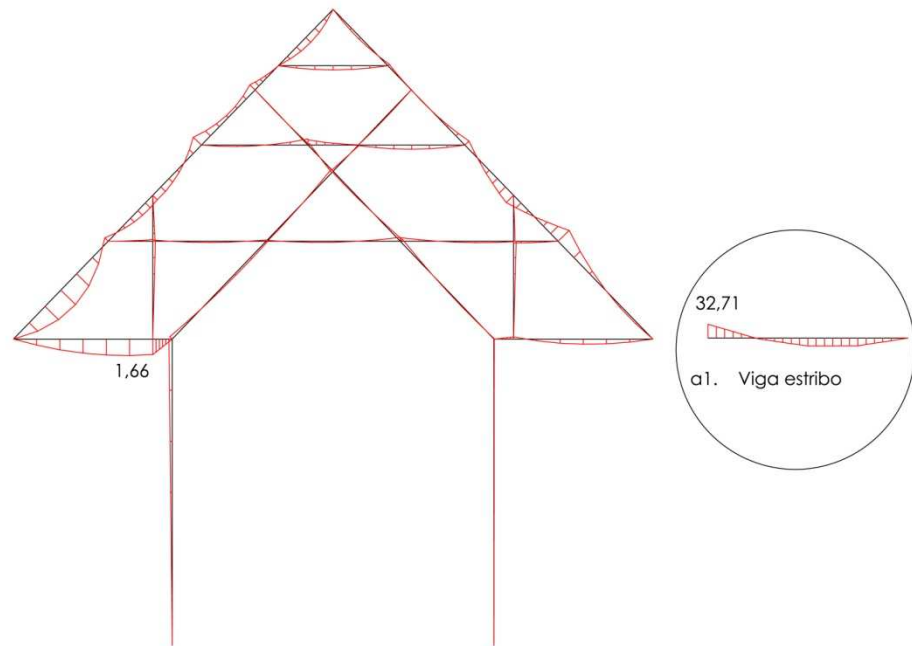
Tabla 4.4 Resistencia de cálculo a flexión y cortante (N/mm²) – C2

Eo,med	fm,k	YM	Kmod	fm,d	fv,k	fv,d	Kdef	Duración de Carga
10000	35	1,35	0,60	15,56	3,4	1,51	0,60	permanente
			0,80	20,74		2,01	0,25	media

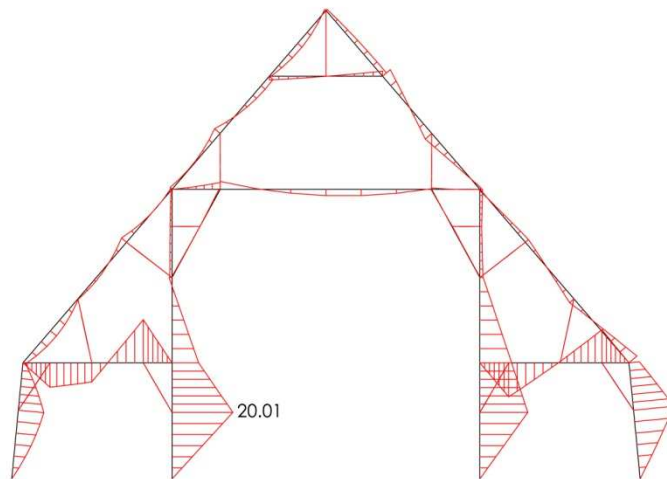
6.2 Momentos flectores

Iglesia de Meiringen

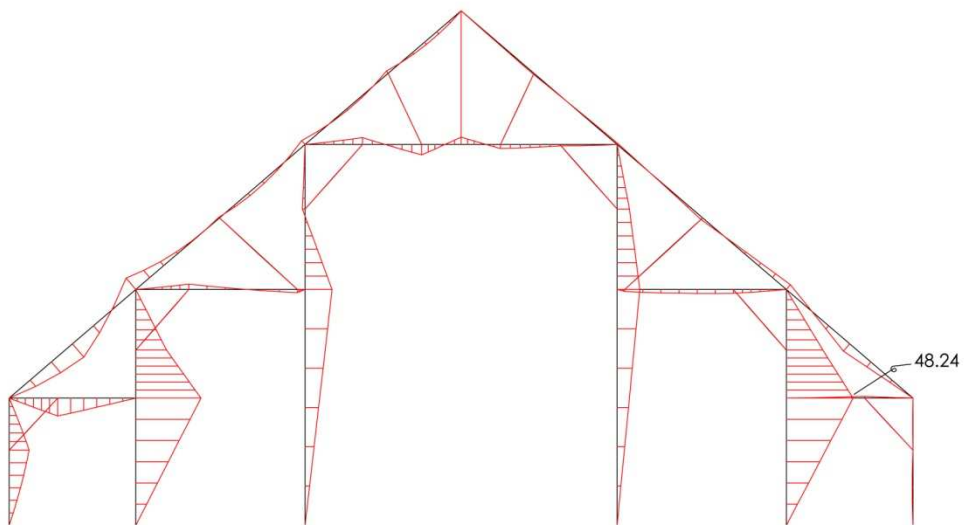
En el gráfico de la fig. 4.34 (a) se ha tomado la combinación 1 de acciones más desfavorable, la cual sería: carga permanente + viento de presión+ viento de succión + nieve en una tijera, siendo el máximo momento de 1,66kN.m. El resultado en la barra 2 demuestra que está sometida a mayores esfuerzos debido al viento de presión, mientras que la barra del otro lado, la número 35 está sometida a esfuerzos de succión. Sin embargo cuando vemos la hipótesis 2 de cargas gravitatorias, las barras más solicitadas son las horizontales inferiores en ambos lados, las barras 2 y 7 debido a que están sometidas a esfuerzos de flexión producidos por la barra vertical que se articula con ella por la parte superior.



a. Iglesia de Meiringen, Berna (Suiza). 1684



b. Mercado de Méreville, Essone (Francia). 1522



c. Granero de Meslay, Indre/Loire (Francia). s. XV/s. XVII

Podemos afirmar que la solución de unión no fue la correcta, pudiéndose corregir el sistema con la colocación de la barra vertical en la misma dirección que el pilar para que sea este último el que absorba todos los esfuerzos transmitidos por la barra superior vertical.

Todo el conjunto de pares y riostras, al margen de los mayores momentos flectores descritos anteriormente, son bajos y estables. Hay que tomar en cuenta que entre pilares, existen cuatro conjuntos de tijeras (Fig. 4.21 a) distanciados cada 1,37m, por lo que las tres armaduras intermedias producen solicitaciones sobre la viga estribo horizontal que es la responsable de transmitir las cargas a los respectivos pilares.

Por lo tanto se ha visto necesario hacer un cálculo de esta viga para ver si es capaz absorber todos los momentos que producen los esfuerzos de las cargas que producen las armaduras intermedias. En la fig. 4.34 (a1) se analiza la viga-estribo de un tramo entre pilares, donde se absorben los esfuerzos solicitados por 4 tijeras, en este caso el máximo momento es de 32,71kN.m, asumiendo la hipótesis que la barra por un lado esta empotrada y por el otro articulada.

También se ha hecho el cálculo del momento flector en el pilar, que difiere del grafico de la fig. 4.34 (a), ya que ahí sólo se muestra las acciones de una armadura y sin embargo a cada pilar llegan los esfuerzos de cuatro armaduras. Este cálculo muestra que el momento flector en el pilar es de 0,728kN.m.

Una vez obtenido estos resultados en la tabla 4.5 se expresan los momentos máximos producidas en viga-estribo, como carga permanente (C.P), carga variable (C.V.) que incluye viento y nieve; y las hipótesis de cálculo. En la tabla 4.6 se comprueba que el índice de resistencia a flexión (I_m) en la combinación 1, es válido por ser menor a la unidad. No sucede lo mismo con la combinación 2 donde el índice es de 1,28 mayor a 1, por lo tanto estaríamos ante una estructura que no cumple con las actuales normativas de cálculo estructural en madera.

Tabla 4.5 Cargas e hipótesis de cálculo (kN.m)

		MOMENTOS	
		C.P.	C.V.
Cargas características		31,35	32,71
COMB. 1	1.35CP	42,32	
COMB. 2	1.35CP+1.5CV	91,39	

Tabla 4.6 Índice de flexión

	$\sigma_{m,d}$	I_m
	M_d/W	$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$
COMB. 1	1,5833	0,5937
COMB. 2	3,4189	1,2819

Mercado de Méreville

El momento flector para la combinación más desfavorable, es de 20,01kN.m en el pilar del pórtico central, debido a la acción perpendicular del viento sobre los pilares principales. También estas mismas solicitaciones producen momentos de flexión en los pilares más externos, pero debido a su menor esbeltez el momento es menor. Todas las demás barras al estar trianguladas tienen pequeños momentos flectores. A continuación las tablas 4.7 y 4.8 de hipótesis de combinaciones y la comprobación (I_m) del índice de flexión que resulta ser menor a 1.

Tabla 4.7 Cargas e hipótesis de cálculo (kN.m)

		MOMENTOS	
		C.P.	C.V.
Cargas características		1,13	20,01
COMB. 1	1.35CP	1,53	
COMB. 2	1.35CP+1.5CV	31,54	

Tabla 4.8 Índice de flexión

	$\sigma_{m,d}$	I_m
	M_d/W	$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$
COMB. 1	0,0213	0,0080
COMB. 2	0,4414	0,1655

Granja de Meslay

Los pilares intermedios son los más solicitados produciendo el momento máximo de 48,24 kN.m en la barra 43: A continuación las tablas 4.9 y 4.10 de hipótesis de combinaciones y la comprobación (I_m) del índice de flexión que resulta ser menor a 1 por lo que la sección es válida.

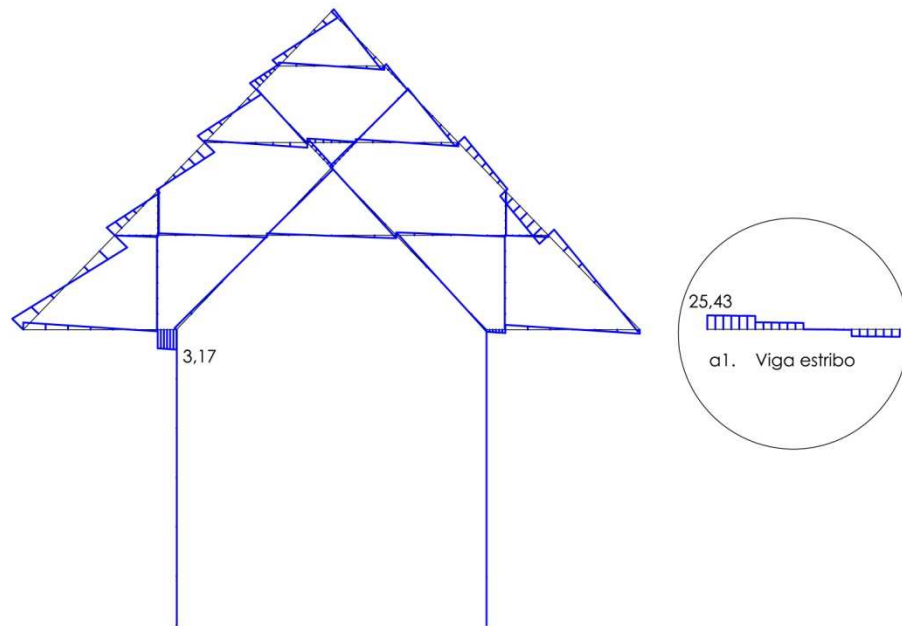
Tabla 4.9 Cargas e hipótesis de cálculo (kN.m)

		MOMENTOS	
		C.P.	C.V.
Cargas características		0,08	48,24
COMB. 1	1.35CP	0,11	
COMB. 2	1.35CP+1.5CV	72,47	

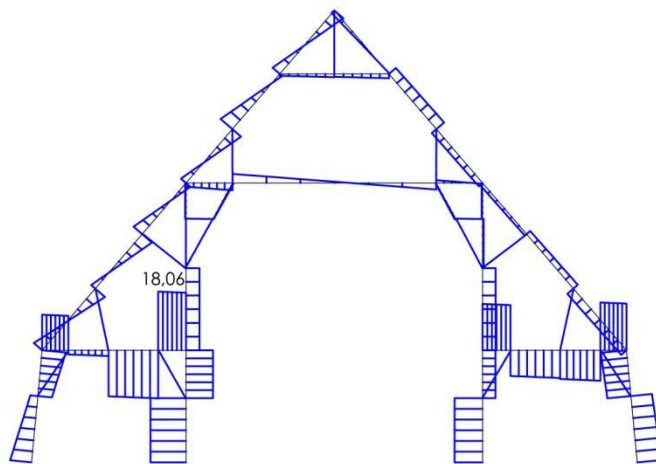
Tabla 4.10 Índice de flexión

	$\sigma_{m,d}$	I_m
	M_d/W	$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$
COMB. 1	0,0012	0,0004
COMB. 2	0,7924	0,2971

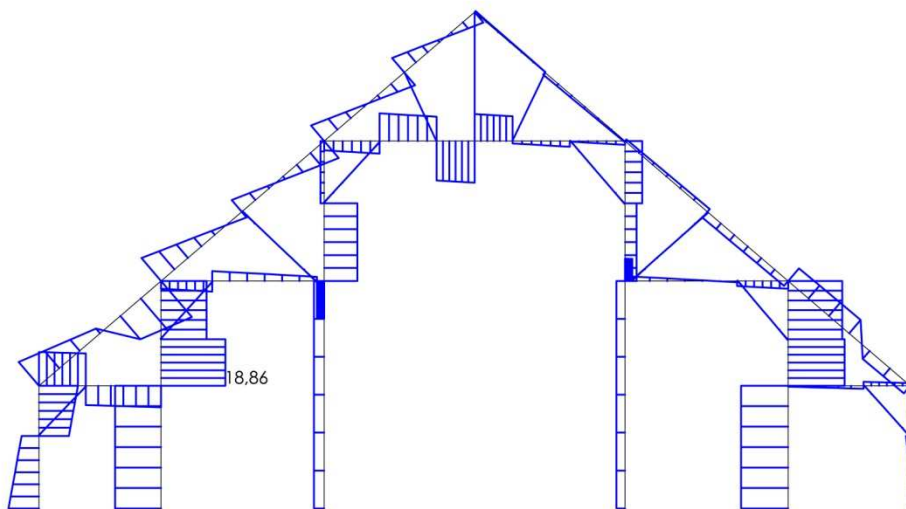
6.3 Cortantes



a. Iglesia de Meiringen, Berna (Suiza). 1684



b. Mercado de Méreville, Essone (Francia). 1522



c. Granero de Meslay, Indre/Loire (Francia). s. XV/s. XVII

La figura 4.35 muestra los gráficos de cortantes con el valor máximo que se ha obtenido en el cálculo previo. A continuación el resumen de cargas características (permanente y variable) y los índices de cortante en las tres estructuras estudiadas.

Iglesia de Meiringen

En relación a la viga estribo el cortante máximo es de 25,43kN (Fig.4.35 a1) y la comprobación del índice de cortante (I_m) es mayor a 1, por lo que la sección no es válida según la normativa vigente (Tabla 4.12).

Tabla 4-11 Cargas e hipótesis de cálculo (kN)

		CORTANTES	
		C.P.	C.V.
Cargas características		24,20	25,43
COMB. 1	1.35CP	32,67	
COMB. 2	1.35CP+1.5CV	70,82	

Tabla 4.12 Índice de cortante

	ζ_d	I_v
	$1,5Q_d/F$	ζ_d/fv_d
COMB. 1	0,0825	0,5460
COMB. 2	0,1788	1,1834

Mercado de Merville

El cortante máximo es de 18,06kN y la comprobación del índice de cortante (I_m) es menor a 1 en ambas combinaciones, por lo que la sección es válida

Tabla 4-13 Cargas e hipótesis de cálculo (kN)

		CORTANTES	
		C.P.	C.V.
Cargas características		1,15	18,06
COMB. 1	1.35CP	1,55	
COMB. 2	1.35CP+1.5CV	28,64	

Tabla 4.14 Índice de cortante

	ζ_d	I_v
	$1,5Q_d/F$	ζ_d/fv_d
COMB. 1	0,0034	0,0228
COMB. 2	0,0419	0,2081

Granja de Meslay

El cortante máximo es -18,86kN y la comprobación del índice de cortante (I_m) es menor a 1 en ambas combinaciones, por lo que la sección es válida

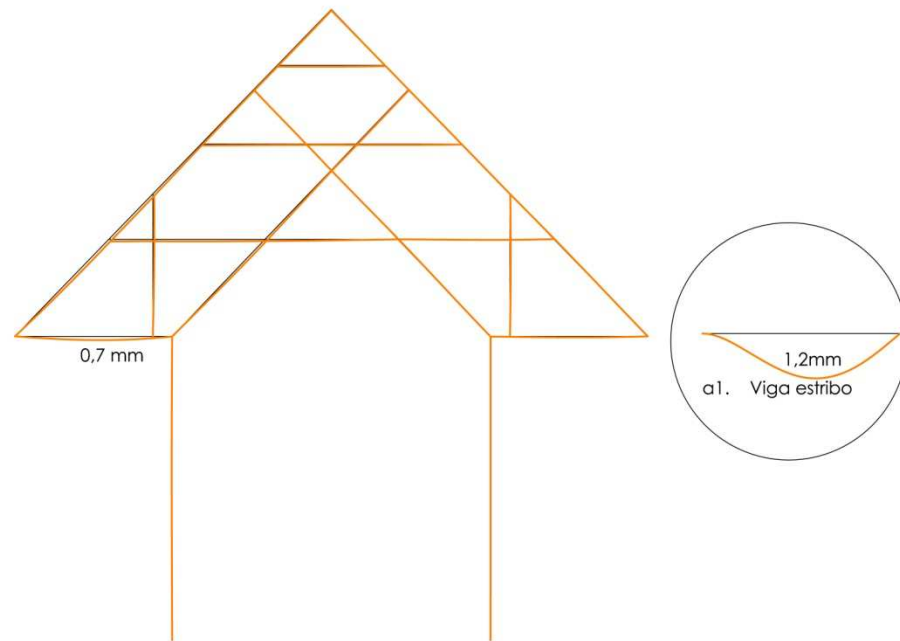
Tabla 4-15 Cargas e hipótesis de cálculo (kN)

		CORTANTES	
		C.P.	C.V.
Cargas características		1,23	18,86
COMB. 1	1.35CP	1,66	
COMB. 2	1.35CP+1.5CV	29,95	

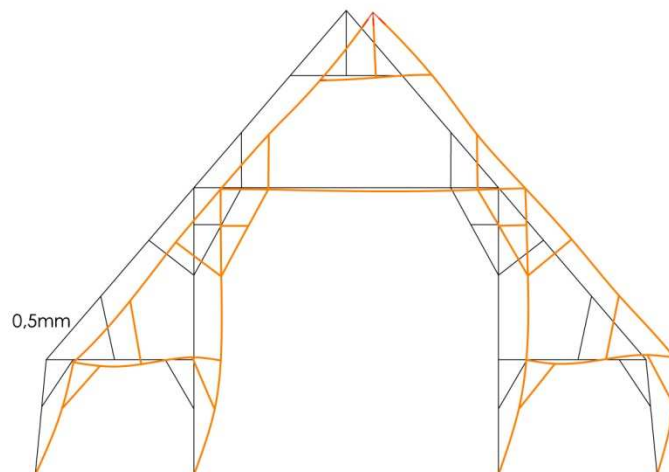
Tabla 4.16 Índice de cortante

	ζ_d	I_v
	$1,5Q_d/F$	ζ_d/fv_d
COMB. 1	0,0017	0,0114
COMB. 2	0,0311	0,1544

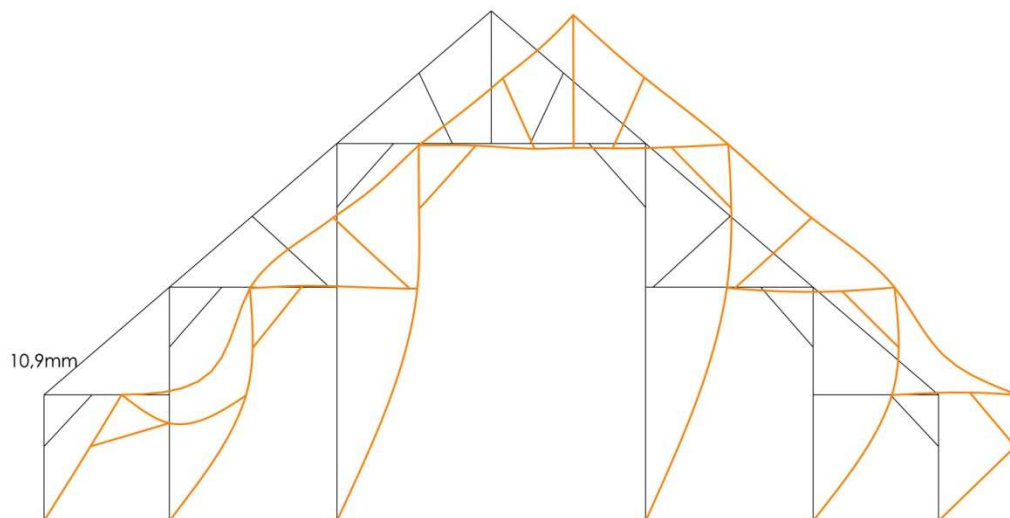
6.4 Deformaciones



a. Iglesia de Meiringen, Berna (Suiza). 1684



b. Mercado de Méreville, Essonne (Francia). 1522



c. Granero de Meslay, Indre/Loire (Francia). s. XV/s. XVII

En las tablas siguientes se muestran las deformaciones instantáneas y diferidas por cargas permanentes (C.P.) y variables (C.V.), como la deformación total, $u_{net,fin}$, suma de todas ellas, como los valores admisibles.

Iglesia de Meiringen

En la viga estribo que debe absorber los esfuerzos de las tijeras la deformación total es 0,16 cm es aceptable inferior a $l/200=0,68\text{cm}$.

Tabla 4.17 Flechas instantáneas y diferidas

	C.P.			C.V.			CP+CV
	Inst.	Dif.	Total	Ins.	Dif.	Total	Final
Flechas (cm)	0,1	0,01.0,6	0,16	0,12	0,12.0,65	0,004	0,1636
% Vano				$l/1145$			$l/840$
% Admisible				$l/300$			$l/200$

Mercado de Mereville

Los deformaciones son bajas, ya que la estructura está diseñada en base a triángulos. La flecha total de 0,072cm es aceptable al ser muy inferior a lo admisible $l/200=1,16\text{cm}$.

Tabla 4.18 Flechas instantáneas y diferidas

	C.P.			C.V.			CP+CV
	Inst.	Dif.	Total	Ins.	Dif.	Total	Final
Flechas (cm)	0,01	0,01.0,6	0,01	0,05	0,05.0,25	0,063	0,0725
% Vano				$l/33520$			$l/3222$
% Admisible				$l/300$			$l/200$

Granja de Meslay

Los pilares son los que producen mayor deformación según la combinación más desfavorable. La flecha total de 1,75cm es aceptable al ser menor a $l/200=2,29\text{cm}$.

Tabla 4.19 Flechas instantáneas y diferidas

	C.P.			C.V.			CP+CV
	Inst.	Dif.	Total	Ins.	Dif.	Total	Final
Flechas (cm)	0,6	0,6.0,6	0,36	1,11	1,11.0,25	1,388	1,75
% Vano				$l/413$			$l/262$
% Admisible				$l/300$			$l/200$

6.5 Consideraciones finales

El análisis de las estructuras por medio del cálculo nos demuestra que existen diferencias estructurales en los tres pórticos analizados, la granja de Meslay y el mercado de Mereville, por un lado y por el otro la iglesia de Meiringen. Las dos primeras tienen una estructura integra en madera y una armadura en base a tijeras coincidente con los tramos de pilares. La iglesia de Meirigen es una estructura mixta, fábrica de piedra y pórticos de madera en la nave central para ayudar a sostener la cubierta. También la solución de la armadura es diferente, se base en una sucesión de pares triangulados colocados a corta distancia, que transmiten uniformemente las cargas a las vigas-estribo horizontales extremadamente solicitadas dada su sección.

En Meslay y Mereville, luego de hacer el cálculo respectivo y la comprobación de resistencia a flexión y cortante en base a las hipótesis de cálculo, los índices respectivos son inferiores a la unidad, por lo tanto las secciones de las barras más solicitadas son válidas. En el caso de las deformaciones, las flechas instantáneas y diferidas debidas a las cargas permanentes (CP) y las cargas variables (CV), como también la sumatoria total son inferiores al porcentaje de flecha admisible. Las tensiones máximas se encuentran sobre todo en las barras de la base de los pares, debido a la carga del viento. También existen tensiones en los pilares producidas por momento debido a su esbeltez.

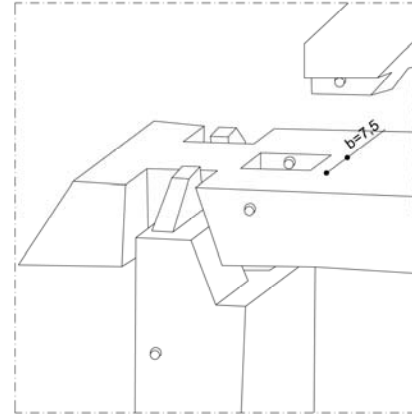
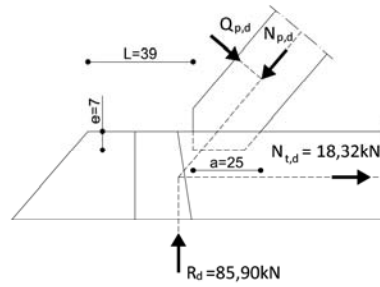
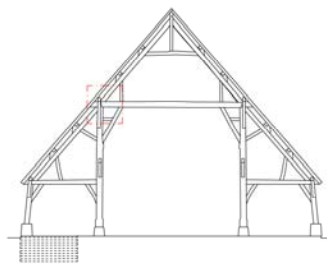
En la iglesia de Meiringen se ha hecho el análisis de una tijera formada por pares triangulados, con solicitaciones bajas debido a la corta distancia que existen entre tijeras. En este sentido la estructura tiene sus puntos más críticos en la viga-estribo que lleva las cargas de la armadura a los pilares. Para ello se ha realizado el cálculo de un tramo de viga-estribo entre pilares donde se ha observado que la actual sección de viga no podría ser válida con las normativa del Eurocódigo 5 como el DB-SE-M del Código Técnico de Edificación en actual vigencia en España. Tanto en la comprobación de resistencia a flexión y cortante en base a las hipótesis de cálculo, los

índices respectivos son superiores a la unidad. En cuanto a las deformaciones, en la iglesia de Meiringen, las flechas instantáneas y diferidas debidas a las cargas permanentes (CP) y las cargas variables (CV), como también la sumatoria total son inferiores al porcentaje de flecha admisible.

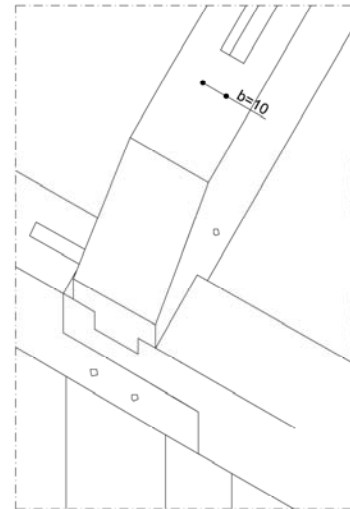
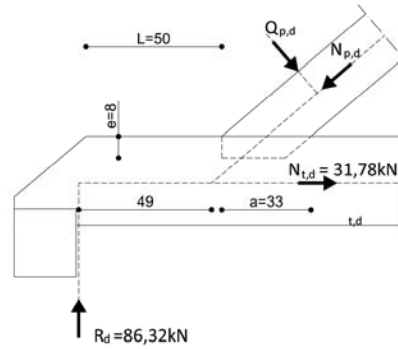
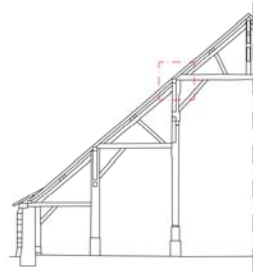
En cuanto a las uniones de las barras, el cálculo se reduce a la comprobación de las tensiones de compresión y las tensiones tangenciales en los cogotes de las piezas, según la función de transmitir los esfuerzos. Estas estructuras trabajan a compresión pero tienen problemas para resistir una inversión de esfuerzos, como por ejemplo acciones de viento. Por esta razón las uniones de las barras además de ser ensambladas en caja y espiga, suelen tener clavijas que trabajan en caso de intervención de estas acciones.

El ensamble que hemos comprobado es el nudo entre el par y tirante, tal como lo hicimos en el capítulo de las estructuras de Chiquitos, donde la sollicitación del tirante será una fuerza axial de tracción $N_{t,d}$ y en el par un axial de compresión, $N_{p,d}$ y un cortante $Q_{p,d}$. (Fig. 4.37). El equilibrio del nudo supone que las componentes $N_{p,d}$ y $Q_{p,d}$ se equilibren con el axial del tirante $N_{t,d}$ y que las componentes verticales se igualen a la reacción en el apoyo R_d . Las superficies de contacto de las piezas de ensamble origina tensiones de compresión oblicuas a la fibra, en este caso el análisis se ha realizado de forma simplificada, pues se ha considerado solamente las componentes paralelas y perpendiculares a la fibra (Arriaga, F. et al, 240: 2000).

Se ha realizado una comprobación simplificada del ensamble de caja y espiga entre el par y el tirante en dos estructuras, el Mercado de Mereville y la Granja de Meslay, considerando una clase resistencia D35, con las mismas condiciones de duración de carga permanente y clase de servicio 1.



a. Mercado de Merville, Francia (1522)



b. Granja Meslay, Francia (s. XV)

4.37 Comprobación simplificada de fuerzas en ensambles de tirante con par

Mercado de Merville

Las resistencias de cálculo a compresión paralela ($f_{c,0,d}$) a compresión perpendicular ($f_{c,90,d}$) y a cortante ($f_{v,d}$) son:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot F_{c,0,k} / \gamma_M = 0,60 \cdot 25 / 1,35 = 11,11 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot F_{c,90,k} / \gamma_M = 0,60 \cdot 8,4 / 1,35 = 3,73 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot F_{v,k} / \gamma_M = 0,60 \cdot 3,4 / 1,35 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

Aplicando las ecuaciones de tensiones (σ) con los datos de la fig. 4.37a

$$\sigma_{c,0,d} = N_{t,d} / b \cdot e = 18320 / 100 \cdot 70 = 2,61 \text{ N/mm}^2 < 11,11 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = R_d / a \cdot b = 85900 / 250 \cdot 100 = 3,43 \text{ N/mm}^2 < 3,73 \text{ N/mm}^2$$

$$T_d = N_{t,d} / L \cdot b = 18320 / 390 \cdot 100 = 0,47 \text{ N/mm}^2 < 1,51 \text{ N/mm}^2$$

Todas las comprobaciones de tensiones de compresión y las tensiones tangenciales del cogote resultan inferiores a las resistencias de cálculo. El punto más crítico es la superficie de la caja del tirante, donde las tensiones a compresión perpendicular a la fibra producidas por las componentes verticales que resultan igual a la reacción R_d , están cercanas a su agotamiento.

Por otra parte, al no coincidir en la misma dirección las componentes verticales ($N_{p,d}$, $Q_{p,d}$) con la reacción de apoyo (R_d), esta distancia de 9 cm. produce un momento de $540,47 \text{ kN}\cdot\text{cm}^2$ y a su vez tensiones de compresión sobre el tirante de $1,2 \text{ N/mm}^2$, inferior a la resistencia de cálculo perpendicular a la fibra $F_{c,90,d}$, $4,6 \text{ N/mm}^2$.

Granja Meslay

Las resistencias de cálculo son iguales a la estructura interior: a compresión paralela ($f_{c,o,d}$) $11,11 \text{ N/mm}^2$; a compresión perpendicular ($f_{c,90,d}$) $3,73 \text{ N/mm}^2$ y a cortante ($f_{v,d}$) de $1,51 \text{ N/mm}^2$:

Aplicando las ecuaciones de tensiones (σ) con los datos de la fig. 4.37b

$$\sigma_{c,o,d} = N_{t,d}/b \cdot e = 31780/110 \cdot 80 = 3,61 \text{ N/mm}^2 < 11,11 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = R_d/a \cdot b = 86720/330 \cdot 110 = 2,38 \text{ N/mm}^2 < 3,73 \text{ N/mm}^2$$

$$T_d = N_{t,d}/L \cdot b = 31780/500 \cdot 110 = 0,58 \text{ N/mm}^2 < 1,51 \text{ N/mm}^2$$

Todas las comprobaciones resultan inferiores a las resistencias de cálculo.

Por otra parte, al no coincidir en la misma dirección los ejes resultantes de las componentes verticales ($N_{p,d}$, $Q_{p,d}$) con la reacción de apoyo (R_d), esta distancia de 49 cm. produce un momento de $5843,43 \text{ kN}\cdot\text{cm}^2$ y a su vez tensiones de compresión sobre el tirante de 57 N/mm^2 , superior a la resistencia de cálculo perpendicular a la fibra $F_{c,90,d}$, $3,73 \text{ N/mm}^2$. En este caso un tornapunta ayuda a absorber las tensiones que se generan en el tirante.

7. CONCLUSIONES PARCIALES

El uso de la madera como elemento estructural en las edificaciones boscosas en el norte y centro de Europa se remonta desde la Protohistoria. Los sistemas constructivos evolucionaron desde las cabañas primitivas con estructura principal de postes y vigas amarradas con lianas hasta el uso de sistemas mixtos de piedra o tierra con pórticos de madera hincados en el suelo.

Las migraciones de pueblos, como los sajones hacia Inglaterra en el siglo V y VI, contribuyeron a modificar los sistemas constructivos adecuándolos al clima el territorio y las condiciones para los cultivos o la ganadería. Sin embargo el mayor salto tecnológico se realiza hacia el siglo XI cuando los postes de madera se colocan elevados del suelo sobre piedra para evitar la humedad del suelo consiguiendo una mayor durabilidad de la estructura. La evolución alcanza a todo el proceso de construcción en madera. A partir del siglo XIII empieza a desaparecer la carpintería tradicional y se comienzan a producir componentes estandarizados para estructuras en base a entramados ligeros.

Las estructuras de madera perfeccionadas del norte y centro europeo, influenciaron en el cambio de las armaduras de cuchillos con correas de origen romano por **armaduras de pares**, utilizadas en iglesias y monasterios de muros de piedra. Esto significó incrementar la inclinación de los techos, reducir el espesor de las tijeras, retirar las correas y colocar los pares secundarios en la misma posición que los pares principales. De esta manera la carga se distribuía uniformemente a lo largo de todo el muro en vez de ser transmitida directamente hacia las tijeras.

En la cuenca mediterránea, se continuó la tradición románica de construir **edificios de piedra con armaduras de tijeras**. Diferentes soluciones de tijeras trianguladas se utilizaron tanto en la arquitectura popular como en la académica. Una solución sencilla y común es la tijera triangulada con nudillo apoyada sobre pilares de piedra, encontrada en la actualidad en iglesias y ermitas por pueblos de castilla construidos entre el siglo XV y

XVIII. Esta solución de armadura de cubierta como la espacial de planta rectangular dividida entre naves por pilares nos remite a las armaduras utilizadas en las iglesias de las Misiones de Chiquitos, con la diferencia que en Chiquitos el sistema portante era un esqueleto de madera, mientras que en estas construcciones era de piedra.

Retornando al estudio de la **construcción de entramados pesados del centro y norte europeo**, existieron diferentes usos en las edificaciones de tres o más naves divididas por pilares de madera, los más usuales fueron los salones de castillos, mercados e iglesias de pueblos y viviendas-graneros.

La **hallenhaus** o vivienda-salón, era un edificio de estructura de pórticos de madera construido entre los siglos XII al XVIII para uso de vivienda, establo y granero. Las estructuras formadas por pilares y vigas estaban ensambladas a la armadura de pares, nudillos y tirantes. Formaban una estructura estable e indeformable por la triangulación de tornapuntas y riostras en sentido longitudinal y transversal.

Los **mercados** de entramado pesado fueron comunes en los pueblos medievales hasta el siglo XVIII. Eran de planta rectangular, dividida en tres naves por pilares de sección cuadrada apoyados sobre una base de piedra, cubierta inclinada de dos hasta cuatro aguas de tejas de piedra o cerámica, sin ningún tipo de muros. El sistema se perfeccionó en base a barras que trabajan a flexocompresión unidas con complejos ensambles de caja-espiga y reforzadas con el uso de clavijas. Los **graneros** de entramados pesados eran estructuras mixtas con un sistema de pórticos similar a los mercados reforzados por muros exteriores.

Los **salones** de castillos, palacios y residencias, de tres naves divididos por pilares fueron comunes en territorio germánico hasta Inglaterra, después de la conquista de los Sajones. Los pilares que dividían el interior eran de sección rectangular, decorados con detalles simplificados utilizados en columnas clásicas de piedra. Existieron también arcos de madera que unían los pilares de madera.

Las **iglesias** de entramados de madera fueron comunes en zonas de bosques en Europa, entre el siglo XIII al XVIII. A pesar de ser consideradas construcciones temporales, se mantuvieron por cientos de años hasta que fueron reemplazadas por diversos motivos y no necesariamente por su aparente fragilidad, en la actualidad se conservan algunos ejemplos. Según el sistema estructural, podían ser de entramados ligeros, pesados y mixtos con muros de piedra o ladrillo. Según el tipo de armadura de cubierta, las iglesias podían tener solución de pares o de tijeras con correas. Los pilares que dividían en tres naves la planta, podían ser circulares, cuadrados, rectangulares y ser entallados o simplemente lisos. El estilo predominante es gótico o tardo gótico y con el tiempo los retablos y pulpitos recibieron influencia barroca. En general la armadura de cubierta no era visible existía un revestimiento en el interior del techo siguiendo la inclinación de la cubierta o formando falsas bóvedas.

La construcción con madera siguió guías geométricas basadas en medidas antropomórficas. Las estructuras obedecen a un sistema de proporciones, como método para la modulación de las naves, los tramos y la altura de los pórticos. También las armaduras cumplen reglas para la formación de la pendiente, definida por lo general por la división del ancho de la nave central. De todas maneras la inclinación de la cubierta variaba según la ubicación geográfica del edificio, con mayor pendiente en zonas de frecuentes periodos de lluvia o nieve y menor pendiente en aquellas zonas geográficas más cálidas y con menores periodos de lluvias.

El entallado y decorado de la madera en las edificaciones dependía de la importancia y el uso del edificio. En los graneros y mercados, la estructura se limitaba a cumplir la función de cubrir un espacio lo más diáfano posible, por lo tanto los pilares, vigas y armaduras estaban simplemente aserradas. En los salones e iglesias, se realizaron trabajos de entallados en el fuste de las columnas, como estrias, anillos, diseños con motivos vegetales, etc. En los capiteles, se trabajaron con volutas y en ciertos casos la columna se ensanchaba para formar un capitel que recibía los estribos. También existieron arcos decorativos emulando a los utilizados en las

construcciones de fábricas. La decoración barroca en las estructuras de madera fue más difundida en iglesias del centro y este europeo. Un ejemplo de ello es la iglesia de Kezmarok en Eslovaquia de planta en forma de cruz griega, con cuatro esbeltas columnas de madera talladas tipo salomónico, colocadas en los ángulos del crucero de la nave principal.

Para la construcción de los pórticos en madera se utilizaron maderas duras como el roble (*Quercus robur*) especie encontrada en toda Europa y para las armaduras era de mayor uso variedades de castaño. Los carpinteros como anteriormente dijimos perfeccionaron el sistema de entramados durante la Edad Media, sustituido en el transcurso del tiempo en las ciudades por fábricas de piedra y ladrillo, mientras que en el medio rural perduró, ya que los campesinos continuaron utilizando para sus viviendas, graneros o edificios públicos manteniendo la tradición de reglas de proporción para las estructuras con decoración tardogótica hasta el siglo XIX.

Para trabajar la madera utilizaron diferentes herramientas, como hachas, sierras, azuelas, cuchillos taladros, etc. Para diseñar las armaduras se usaron cartabones, cuerdas, reglas, compás, etc. Para elevar las columnas, pórticos ensamblados o tijeras, se utilizaron estructuras auxiliares con poleas, grúas con sistemas de gancho, cabrestantes o ruedas laterales que proporcionaba la energía necesaria para operar.

Las **uniones de las barras** de madera buscaban la indeformabilidad del conjunto, por lo que se recurrió a sistemas triangulados. Existieron un sinnúmero de soluciones de ensambles, la mayoría de los elementos trabajaban a compresión y algunos a flexión.

En las estructuras en base a pórticos, las armaduras estaban formadas por pares principales triangulados con los tirantes, encima correas longitudinales que transmitían las cargas de la cubierta a los cuchillos. En edificios mixtos con muros de piedra, sobre todo en Centroeuropa, las armaduras estaban formadas por pares y nudillos transmitían directamente a través de las soleras las cargas a los muros y a los estribos de los pórticos centrales.

Un análisis del **sistema estructural** de dos tipología de estructuras de madera, el mercado de Mereville y la granja de Meslay, nos muestran que las deformaciones producidas por las acciones en las barras son muy bajas, las estructuras son estables y tienen elementos sobredimensionados respecto a las cargas que deben soportar. En cambio en la estructura de la iglesia de Meiringen, haciendo la comprobación de resistencia a flexión y cortante en la viga-estribo, el elemento más crítico de toda la armadura, se observa que la sección no es válida según las actuales normas europeas. En cuanto a las tensiones máximas, se determina que se encuentran en los pares sobre todo por las cargas del viento también existen tensiones en los pilares producidas por los momentos debido a la esbeltez.

En relación al volumen de madera utilizada en la construcción de las tres construcciones elegidas para ser analizadas, se observa que la estructura mixta con armadura de pares de la iglesia de Meiringen es la que utiliza un mayor volumen, por cada tramo de 5m tiene 26,64m³ de madera mientras que el mercado de Mereville y la Granja de Meslay de pórticos con armadura de tijeras tienen un volumen de madera de alrededor de 12,5m³ por cada tramo de 5m.

CAPITULO QUINTO

TRADICIÓN E INNOVACIÓN
CONSTRUCTIVA EN CHIQUITOS

1. INTRODUCCIÓN

Las iglesias jesuíticas de Chiquitos, son parte del conjunto patrimonial que actualmente tienen los Chiquitanos, es decir los oriundos de estas tierras.

La riqueza de tradiciones, ritos, procesiones y ceremonias religiosas han perdurado en el tiempo desde la época de los jesuitas, siendo los mismos líderes comunitarios quienes se han encargado que todas sus comunidades mantengan vivas las fiestas cristianas con los mismos ritos desde la época de la evangelización jesuita. Sin embargo en el trasfondo de esta apropiación e identificación con las manifestaciones cristianas, se encuentra la pervivencia de las propias creencias ancestrales previas al contacto con el mundo occidental. Aunque en un principio lograrlas identificar e individualizar es complicado, se puede en cierta manera diferenciarlas de las tradiciones cristianas convencionales actualmente vigentes.

Los conjuntos religiosos de las misiones, son parte también de esta simbiosis cultural. Cuando empezamos este trabajo intentamos hacer una primera aproximación al tema, es decir a las construcciones de madera de las iglesias y sus orígenes, en base a elementos identificables que nos puedan transportar directamente a ejemplos similares, sobre todo en Europa central, lugar de donde venía uno de los misioneros constructores más importantes, Martín Schmid. Sin embargo, un estudio sistemático de los procesos constructivos en madera con tipologías similares a Chiquitos misional, tanto en Europa occidental desde el siglo XII al XVII y en América del Sur desde el siglo XVI al XVIII, sobre todo en las reducciones de Moxos y Paraguay, nos ha dado como resultado encontrar elementos similares puntuales y no así todo un modelo constructivo preconcebido anteriormente.

Por otro lado, un estudio a priori nos mostraba que las construcciones debían tener elementos prehispánicos. En ese sentido el análisis que hemos realizado en base a las crónicas y relatos de los misioneros en Chiquitos, nos ha demostrado que el sistema de esqueleto de madera con

pilares de madera hincados sobre el suelo es herencia de la manera de construir indígena y no importada por los misioneros. Más allá de la función de morada y de la técnica constructiva, el edificio prehispánico es necesario observarlo de acuerdo a la cosmovisión indígena, como una idealizada representación del mundo humano, de lo natural y de la relación entre ellos. Este capítulo debatimos en conjunto las conclusiones de los capítulos precedentes, por lo que hemos seguido la misma estructura metodológica de los análisis previos.

Los subtítulos principales son los siguientes: Concepción urbanística previa y posterior a Chiquitos, análisis de los sistemas espaciales, análisis de los sistemas constructivos y análisis de los sistemas estructurales.

Dentro de este capítulo, hemos incluido un breve análisis de las intervenciones realizadas, desde las espontáneas, las adiciones abusivas y las últimas restauraciones. El estudio tiene como fin dar un primer enfoque sobre los cambios que sufrieron estas construcciones con el tiempo por las intervenciones y la metodología de restauración utilizada en los trabajos realizados en los últimos 30 años por el arquitecto Hans Roth, con el objetivo que nos den elementos necesarios para hacer las recomendaciones para futuras intervenciones.

2. EL CONTEXTO Y LA CONCEPCIÓN URBANÍSTICA PREVIA Y POSTERIOR A CHIQUITOS MISIONAL

Las misiones jesuíticas de Chiquitos como anteriormente explicamos fueron creadas después de las misiones de Moxos y las Guaranís, por lo tanto los jesuitas llegaron con toda la experiencia adquirida en los anteriores 80 años.

La implantación urbanística de las misiones está caracterizada por ser práctica, es decir adaptable a las condiciones y contextos donde se conformaba. Este proceso de acciones permanentes de ensayo-error-corrección, como afirma Gutiérrez (1995: 337) se realiza sobre todo en las primeras misiones del Guayrá, pero en Moxos y en Chiquitos podemos

afirmar que el modelo ya es maduro y está definido según patrones barrocos.

En primer lugar el sentido barroco se observa en la escenografía creada por el conjunto religioso formado por la iglesia, el Colegio y el cementerio, siendo la plaza el telón de fondo (Gutiérrez, 1987: 167). El conjunto religioso es una estructura que domina el horizonte, se encuentra en el lugar más alto, es observable desde cualquier ángulo del poblado y delimita el espacio de crecimiento del asentamiento en esa dirección. En este sentido, si comparamos con la implantación en los asentamientos pre-misionales de las naciones en la región de Chiquitos, estos no tuvieron edificios de orden religioso que dominasen todo un asentamiento. Según las crónicas, en los *Manásicas*, nación de dialecto Chiquito, se pueden observar cierta implantación de casas comunales alrededor de un espacio abierto, pero estas no tenían un sentido estrictamente religioso, eran viviendas de los caciques o edificios comunales y sólo un pequeño área interior era usado para ciertos ritos.

En las primeras misiones guaraníes, los jesuitas se sirvieron de las construcciones mas grandes o casas ceremoniales de los indígenas para iglesias iniciales, tal es el caso de la *og guasú* o casa grande de las aldea *Teko'a* (Serventi, 2002: 272), pero como en los pueblos de Chiquitos, éstos carecían de una planificación urbana, la mayoría eran semi sedentarios, animistas, con sacerdotes o curanderos que vivían en cabañas apartadas de la aldea.

Tendríamos que dejar las tierras bajas del interior de Sudamérica y como hemos explicado en el capítulo sobre la construcción prehispánica, entrar a las culturas andinas, en las que existieron grandes templos ordenadores de todo un asentamiento, como los templos a los dioses o los monasterios, llamados *acllahuasi*.

De acuerdo a Gutiérrez (1987: 168) otro elemento barroco en las reducciones es la plaza, por su uso tanto cívico como religioso. En las misiones jesuíticas adquiere una vital importancia, es el lugar de todas las actividades comunales y de las manifestaciones de orden religioso,

principal objetivo de la creación de las reducciones. Es la prolongación al aire libre de la iglesia y en este sentido comulga mejor con la cosmovisión indígena acostumbrada a realizar todas sus actividades en lugares abiertos. La mayoría de las crónicas sobre los pueblos prehispánicos tanto en Chiquitos como en Paraguay hablan de asentamientos con espacios abiertos alrededor de los cuales se encontraban las viviendas. Algunas de estas plazas eran circulares, otras rectangulares y también las habían poligonales.

En Chiquitos misional las plazas fueron rectangulares, sobre dimensionadas en relación a su población y cantidad de edificios. Tenían amplias visuales buscando estar en comunión con el medio natural. Estaban cubiertas de un manto verde de pasto, con cuatro palmeras al centro y una cruz, rodeadas por tres frentes con las viviendas de los caciques y en el cuarto frente por el conjunto religioso.

La plaza en la mayoría de los asentamientos de las culturas prehispánicas era el lugar de esparcimiento comunitario creado espontáneamente o planificado. El uso de la plaza como espacio de culto al aire libre y de sentido procesional, tal como fue concebido por los jesuitas a sus plazas misionales, es posible encontrarlos en las culturas andinas mientras que en las amazónicas o las del Chaco la relación espiritual es más directa con la naturaleza que con un espacio delimitado. Los Incas en sus plazas tenían los *ushnu*, una estructura de piedra ubicada al centro donde se realizaban ceremonias de sacrificios a los dioses. La extroversión del culto al aire libre es un denominador común en todas las culturas prehispánicas de América, elemento que no sólo fue aprovechada por los jesuitas en las reducciones construyendo grandes plazas para hacer celebraciones al aire libre o la implantación del balcón en la fachada principal de las iglesias, acompañada de un atrio cubierto con el fin de realizar celebraciones al exterior, sino que esta habitud fue similar en todos los asentamientos hispanos de América.

Otros elementos urbanos misionales fueron las capillas procesionales o *posas*, pequeñas cabañas rústicas, que formaban parte de una serie de paradas en el circuito de las festividades religiosas. Son parte del conjunto

de pequeños altares sacros que los jesuitas implantaron en las cuatro esquinas de la plaza y en los ejes principales del asentamiento, demuestran la fuerte presencia en el imaginario colectivo del mensaje cristiano. En las naciones premisionales de Chiquitos no tenemos constancia de elementos de este tipo, es pues, una impronta religiosa traída por los jesuitas y arraigada en los poblados postjesuíticos como parte de la tradición festivo-religiosa.

Los ejes urbanos fueron deliberadamente estudiados para proyectar la imagen de orden en la comunidad. Parecían de un campamento militar, por los ejes directos y amplios en sentido longitudinal y transversal que cruzaban la reducción, sin embargo estos más bien tenían un sentido simbólico en el que debía predominar la escenografía del conjunto religioso. Y como dijimos anteriormente, la generación de la trama urbana, en un principio en las misiones guaraníes no fue preconcebida. Así se observa en las instrucciones Diego de la Torre, el primer provincial jesuita en Paraguay, de levantar las reducciones al *“modo del Perú o como gustase mas a los indios”*, conforme el tiempo otorgaba experiencia éstas se volvieron similares, fruto de correcciones y mejoras de las propuestas urbanas previas. Por consiguiente encontramos ejemplos parecidos en los 30 pueblos de las misiones Guaraní, Chiquitos y Moxos (Fig. 1.10).

En resumen podemos decir que existió una sacralización de la organización urbana en las Misiones de Chiquitos, basada en sistemas rígidos de control del espacio pero mimetizados por mezclarse en grandes espacios abiertos, la plaza, similares a los existentes previamente en los asentamientos prehispánicos, de modo que sean familiares a los nuevos reducidos.

3. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS ESPACIALES

Las plantas rectangulares de tres naves divididas por columnas de madera, con direccionalidad hacia el altar, una gran cubierta inclinada a dos vertientes, muros no portantes de adobe, atrio cubierto y corredores porticados características espaciales de las iglesias de Chiquitos lo fue también en varias iglesias reduccionales de las demás misiones jesuíticas de Sudamérica desde el inicio del siglo XVII hasta el segundo tercio del siglo XVIII. La tipología de Chiquitos, proveniente de las misiones Guaraníes también es similar en Moxos con algunas pequeñas variantes, este nexo en cierta medida es entendido por los vínculos que existieron entre ellas comentados anteriormente. También hemos encontrado ciertos elementos similares con las iglesias en las misiones de Maynas establecida al inicio de la Cuenca Amazónica y las Misiones de Casanare, Meta y Orinoco ubicadas todavía más al norte, sobre todo porque los misioneros actuaron de manera práctica. Al edificar los templos, adoptaron la tecnología indígena a su programa arquitectónico religioso.

3.1 Análisis de tipologías arquitectónicas

El templo provisional en los inicios de cada reducción adoptaba la forma espacial que tenía la construcción más grande del grupo indígena reducido, podía ser de planta rectangular, ovalada o circular. Si bien la construcción, generalmente levantada por los mismos indígenas, se enmarcaba en el contexto tecnológico- constructivo nativo, la lectura espacial cambiaba. Se introducen el altar que debía ser el eje dominante del espacio. Así en los guaraníes que entendían el espacio pluridireccional o carente de ejes predominantes, se introduce una direccionalidad desde el ingreso ubicado en un extremo de la cabaña al otro donde estaba la cabecera, el altar. Las iglesias provisionales fueron superadas por todas las reducciones que lograban consolidarse, mientras que eran el único intento en la mayoría de

aquellos lugares donde no prosperaba el asentamiento y el lugar era abandonado.

Según Roth (1995: 516) en la arquitectura elaborada de las iglesias misionales, se vuelve difícil de apreciar el nexo que existe entre ellas y las formas constructivas y los conceptos espaciales de los indígenas.

El primer templo duradero en las reducciones, regula el espacio por medio de elementos propios del culto católico, además de introducir ciertas variaciones tecnológicas como el uso de armaduras ensambladas en la cubierta, de las que comentaremos más adelante. Esta es la tipología predominante en la mayoría de las reducciones jesuíticas del Casanare, Meta, Orinoco, Maynas, Moxos, Chiquitos y Guaraníes. Existen ciertas variaciones en la implantación de los conjuntos religiosos, en el caso Guaraní rodeado por varios claustros mientras en Chiquitos formado por un claustro.

Las plantas de las iglesias de Chiquitos adquieren una forma rectangular, con un espacio interior dividido por esbeltas columnas formando una nave central y dos laterales, no rompen la unidad espacial ni la visual interior, más bien ayudan a dirigir la mirada hacia el presbiterio, más angosto con los muros laterales alineados a los ejes de las columnas de la nave central. En relación a la tipología de la planta rectangular que se dio en otras misiones en América, podemos decir que en líneas generales siguen similares características, aunque como afirma Serventi (2000: 278) las menciones documentales no permiten suponer que hay existido en Paraguay un patrón al que debieran ajustarse las iglesias misioneras. Las diferencias se pueden encontrar en el tamaño de la iglesia, de todas maneras las proporciones de los lances o tramos con la altura del pórtico central no varían, es decir el ancho de la nave lateral es igual a la distancia que le separa del siguiente pórtico y estos son la mitad de la luz de la nave central que a su vez es igual a la altura del pórtico central. Si nos remitimos a los ejemplos previos de edificios europeos estudiadas vemos que también hay un sentido de proporción en relación a la formación de los pórticos en ambas direcciones longitudinal y transversal. Podemos deducir

que la solución más que de estilo arquitectónica es una respuesta tecnológica dada en cierta medida por la longitud de las piezas de madera. La armadura de tijeras de la nave central, las correas y cabrios son visibles en Chiquitos, el techo interior sigue la inclinación de la cubierta y formaba parte de la decoración del interior con pinturas realizadas sobre el entablonado o encañado de la cubierta. En este sentido la solución del techo de la iglesia de San Ignacio Guazú (Fig. 1.14) en las misiones Guaraníes tiene variantes tecnológicas y decorativas. En relación al último punto, estuvo revestida por un artesanado de figuras ortogonales siguiendo la inclinación de la cubierta hasta el nivel del nudillo donde se vuelve plana similar a un almizate mudéjar. Soluciones similares a Chiquitos en los revestimientos de los techos existieron en las iglesias de Moxos y en algunas iglesias postjesuíticas de las misiones franciscanas del Paraguay (Fig. 1.21 a, b, c,d)

Entre las iglesias europeas de tres naves divididas por pilares de madera estudiadas en el capítulo IV, las suizas y francesas de armaduras formadas por pares principales y secundarios, tienen revestimiento en el interior del techo con pinturas policromadas según diferentes periodos estilísticos. La armadura visible, sin ningún tipo de revestimiento es más bien propia de espacios de uso auxiliar o de trabajo, como los graneros, granjas o mercados y no en lugares de mayor recogimiento, aunque existieron ejemplos como las iglesias de Martón y Lower Peover del s. XIV en Inglaterra (Fig. 4.15), la iglesia de Honfleur del s. XV en Francia (Fig. 4.18) o las iglesias-granero (*Scheunemkirchen*) provisionales en Centroeuropa.

La ermita de Nuestra. Sra. de las Nieves en Torralba en España del s. XIV (Fig. 4.10), presenta analogías formales con las iglesias misionales de Chiquitos son varias y nos pueden fácilmente remitir a la propuesta formal predominante en Chiquitos, a pesar de tener pilares interiores de piedra y no de madera. Entre las similitudes, están la forma rectangular de la planta, la ubicación central del presbiterio, las capillas laterales, el espacio dividido por pilares en tres naves con un sentido unitario dado por la cubierta inclinada a dos aguas que cubre todo el edificio y la mayor semejanza es la

solución estructural de la armadura de cubierta en base a tijeras con nudillo y correas, sin ningún tipo de revestimiento en el techo interior, sistema de cubierta que más adelante ampliaremos.

3.2 Proporciones geométricas

La longitud y el ancho de las iglesias de Chiquitos no son casuales, responden a una propuesta modular. En Concepción se utilizó un módulo de 12x12 de varas castellanas (0,835 m.) y en base a estas dimensiones se formalizaron todas las medidas, como el ancho de las naves laterales, la profundidad total la iglesia, la altura de los pórticos centrales, los corredores exteriores, formando figuras cuadradas, semicírculos, etc. Esta precisión en el manejo de las proporciones geométricas en Chiquitos es más notable en las iglesias de Martín Schmidt, es decir en Concepción, San Javier y San Rafael. En las demás iglesias si bien el espacio sigue ciertos lineamientos de proporción, el resultado final no es preciso.

En Europa los edificios que hemos estudiado también responden a criterios de proporción geométrica. Desde la Edad Media se utilizaban reglas de proporción basada en medidas antropomórficas. Uno de estos casos es el mercado de Mereville, construido en base a una trama de 12x12 pies reales (0,3248 m.), formando una retícula de 40 cuadrados. Aunque la erección de una edificación nueva en madera responde a criterios previos de planificación para que todas las piezas tengan el corte preciso, en las edificaciones que se ampliaban o modificaban y que tenían estructura mixta, la solución responde a la adaptabilidad de los pórticos de madera al espacio previo, por lo que será difícil que exista una proporción precisa en el reparto de sus ejes. Este caso hemos encontrado en la iglesia de Meiringen (Fig. 4.19 y 4.21).

En relación a la inclinación de la cubierta, las iglesias de Chiquitos utilizaron la proporción 2:1, correspondiente a un ángulo de 26° 30'. En Europa la inclinación de la cubierta ha dependido de factores climatológicos, geográficos y estilísticos, así en climas continentales donde hay mayores

temporadas de lluvias o de nieve la pendiente solía ser muy pronunciada para la fácil evacuación de las aguas, mientras que en la zona mediterránea de clima más seco la pendiente era baja.

Para la formación de la pendiente de la cubierta, en España era se obtenía en base a usos de los cartabones, con el de 4 se conseguía una pendiente de 45°, el cartabón de 5 daba 36° y el cartabón de 6 se llegaba a los 30°. En los países del Norte y Centro de Europa la pendiente que debía ser más pronunciada se la conseguía dividiendo la nave central en X partes y utilizando la sumatoria de n partes, se conseguía el punto más alto de la pendiente, cuando la proporción era igual a 1 se llegaba a los 45° o cartabón de 4.

3.3 Decoración y ornamentos

Las iglesias de Chiquitos responden a un estilo barroco mestizo, presente en los trabajos de entalladura en madera en los confesionarios, púlpitos, retablos de los altares; en las molduras, cornisas y ornamentos de puertas, ventanas o arcos; en las pinturas policromadas de los muros interiores y las fachadas principales con dibujos decorativos de motivos vegetales y florales. El resultado tiene ciertas variantes al barroco europeo, por los cambios aportados por los nativos en el trabajo de replicar la imaginería de procedencia europea. La pintura mural, fue una característica notable en las Misiones de Chiquitos, pero lo más original es el uso de la mica.

En un primer momento la presencia indígena en el campo artístico era de simple mano de obra, pero poco a poco fueron entrando en juego la personalidad y gusto indígenas para irse plasmando con mayor o menor intensidad según los casos (Parejas, 1995: 302)

En relación a la estructura de madera el elemento más llamativo es la solución de las columnas labradas en forma de espiral o salomónicas. Esta solución presente en las Iglesias de Schmidt, son únicas en su género, tanto en relación a las otras misiones de Sudamérica como en las iglesias que hemos estudiado en Europa. Similar tipología estructural-decorativa

hemos podido encontrar en la Iglesia de Kezmarov de inicios del siglo XVIII en Eslovaquia (Fig. 4.22), posee cuatro esbeltas columnas salomónicas ubicadas en el transepto de la iglesia de planta en forma de cruz griega aunque actualmente no tienen función estructural y más bien son decorativas.

Otras pequeñas columnas salomónicas labradas en madera se encuentran adosadas en los altares o como pilares donde se asientan el altillo del coro en pequeñas iglesias de Centroeuropa. Sin embargo en todos los casos no hemos encontrado iglesias actualmente conservadas que presenten similar situación de columnas escultóricas en la formación de las naves de las iglesias como las conseguidas en Chiquitos.

También son elementos de notable trabajo la solución de los capiteles en las iglesias de Schmidt en Chiquitos, en base a dos piezas ensambladas cajeadas y con una clavija que refuerza la estabilidad con el pilar. La iglesia de Meiringen tiene capiteles en forma de ménsula, en las otras iglesias suizas, el mismo pilar se ensanchan para poder recibir al estribo y al tirante. En los salones ingleses del siglo XII, también se puede observar la formación de capiteles siguiendo formas utilizadas en construcciones de piedra o ladrillo.

Otro elemento en ciertos casos estructural pero en la mayoría decorativo es la formación de arcos en base a tablones. Estuvieron presentes en Chiquitos, los más notables por su profusa decoración en la derruida iglesia de San Ignacio. Los arcos labrados formando lóbulos se encuentra en las naves laterales tanto en sentido longitudinal como en el transversal. Hubo arcos decorativos también en la iglesia de San Ignacio Guazú (Fig. 1.14) en las misiones Guaraníes, mientras que los arcos en las iglesias inglesas son simplemente estructurales sin ningún elemento decorativo.

4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

La construcción de las iglesias en Chiquitos como se ha dicho tiene su origen en los sistemas constructivos realizados en las misiones del Paraguay. Esta construcción basada en la técnica de las casas comunales indígenas pero con cambios persuasivos en la decoración y en el sistema de uniones de las maderas se diferencia notablemente del sistema europeo empleado desde la Edad Media, es decir, al menos con cinco siglos antes que Chiquitos, por el abandono del clavado de los pilares de madera en el suelo. Las técnicas constructivas en madera europeas sobre todo en Centroeuropa como en bastas regiones de Francia y Alemania, llegaron a perfeccionar los entramados en base a pórticos triangulados unidos por complejos ensambles, empalmes y uniones. Por otro lado, los carpinteros europeos intuitivamente entendían cómo funcionaba la estructura, de hecho los ejemplos que aún se conservan se puede ver cómo las barras fueron colocadas de manera coherente con los principios estáticos.

A pesar de la permanencia tanto en Paraguay como en Chiquitos, de carpinteros centroeuropeos, la tecnología de las estructuras en madera no se adoptó al sistema de pilares sobre piedra. Todas las estructuras aún conservadas en las Misiones de Chiquitos como en los documentos del Paraguay hablan del mismo sistema de esqueleto de madera hincado. Cuando hubo la intención de mejorar el sistema constructivo se intentó cambiar la estructura lignaria por fábrica de piedra o de ladrillo, adaptándola más bien a los cánones clásicos.

Es en la armadura de cubierta donde se observan mayores similitudes entre la técnica misional y la tradición de carpinteros europeos. Así se puede confirmar con la intervención de carpinteros hispanos en los trabajos de la cubierta en San Ignacio Guazú en Paraguay (1.14) siguiendo ciertos elementos del mudéjar. En Chiquitos la mejor exposición de la técnica constructiva en madera europea se logra con Schmid en el decorado de los fustes helicoidales, capiteles y arcos, mientras que las armaduras de cubierta son tijeras con nudillos trianguladas. .

4.1 Características del material y las herramientas

Otro elemento para comparar entre las construcciones formadas por pórticos y armaduras de madera en Europa y Chiquitos, es el volumen utilizado de madera. En la tabla 5.1 se puede ver el volumen de madera por m^2 en tres iglesias de Chiquitos, mientras que en la tabla 5.2 se ha realizado el mismo ejercicio con los tres edificios europeos que más se han analizado. Podemos observar que por cada tramo de 5m., relación de proporción con los tramos longitudinales de los pórticos, la iglesia de Concepción es la que mayor madera ha utilizado casi 20 m^3 , mientras que la iglesia de Santa Ana, la que menor cantidad ha utilizado alrededor de 10 m^3 , por otro lado si consideramos el volumen de madera por m^2 de construcción, podemos observar que también en Concepción es donde mayor madera se utilizó. Esta situación se debe a que Concepción es la iglesia más grande por lo que la sección y longitud de pilares y vigas es mayor mientras que en Santa Ana al ser la iglesia más pequeña las escuadrías son menores y se prescinde de correas y nudillos.

Tabla 5.2 Volumen de madera por m^2 de construcción en iglesias de Chiquitos

Edificio	Volumen de madera cada tramo de 5m	Volumen de madera por m^2 de construcción
Santa Ana (1749)	10,4503 m^3	0,0950 m^3
San José (1752)	8,7416 m^3	0,0760 m^3
Concepción (1753)	19,8369 m^3	0,1260 m^3

En el caso europeo, la estructura de la iglesia de Meiringen es la que mas madera ha utilizado por un tramo, 26,24 m^3 , de la misma manera es donde se ha usado mayor volumen de madera por m^2 , igual a 0,3848 m^3 . Haciendo la comparación de los 6 edificios la iglesia de Meiringen es la que ha utilizado mayor cantidad madera.

Tabla 5.2 Volumen de madera por m^2 de construcción de edificios en Europa

Edificio	Volumen de madera cada tramo de 5m	Volumen de madera por m^2 de construcción
Meslay (s. XV)	12,8473 m^3	0,1070 m^3
Meiringen (1684)	26,6400 m^3	0,3248 m^3
Méréville (1522)	12,6234 m^3	0,1600 m^3

4.2 Análisis de tipologías de armaduras

Las armaduras de cubierta utilizadas en Chiquitos como en algunas iglesias del Paraguay tienen origen en las tijeras trianguladas que eran utilizadas en España en pequeñas iglesias de ambientes rurales.

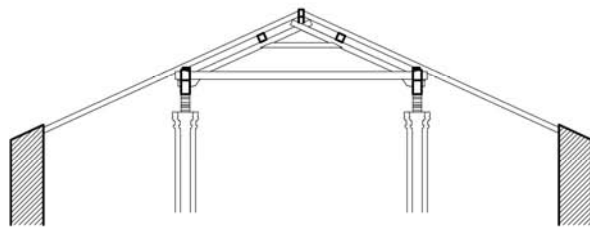
Esta afirmación es confirmada por iglesias como la Ermita de Torralba (Cuenca, España) del siglo XIV y reformada el siglo XV, aunque está dividida en tres naves por pilares de piedra y no de madera, la esbeltez de los mismos conceden similar sentido de unidad espacial, ritmo continuo y direccionalidad del eje principal hacia el altar. En este sentido las armaduras de tijeras trianguladas son similares a Chiquitos. Están formadas por pares, tirantes y nudillos apoyados en vigas en sentido longitudinal sobre cada par de pilares en la nave central. Encima de la tijera la cumbrera y correas soportan los cabrios que se prolongan hacia las naves laterales. Toda la armadura prescinde de falso techo por tanto en el espacio interior se aprecian las tijeras y la inclinación del techo (Fig. 5.1 a).

Las variantes constructivas de la armadura de Torralba en relación a Chiquitos se encuentran en el triple orden de vigas longitudinales o estribos que van paralelas a los muros apoyadas en los pilares de la nave central. El primero orden de estribos se encuentra en el mismo plano que los tirantes por lo que ambos se ensamblan a media madera; en el segundo orden de estribos, de misma sección que el primero se ensamblan las ménsulas y por último el tercer estribo está apoyado sobre zapatas ubicadas en el mismo sentido longitudinal, formada por dos niveles de maderas talladas que ayudan a acortar la luz entre los tramos de pilares (Fig. 4.10 a, pag. 193). El conjunto de vigas-estribos forma una suerte de friso y separa sustancialmente la tijera triangulada de los pilares. Al contrario en Chiquitos, como por ejemplo la iglesia de Concepción (Fig. 5.1 d) el tirante se encuentra en el mismo nivel de la única viga estribo, por lo que la solución de unión adoptada es un ensamble de caja a un tercio de madera entre el tirante y las dos vigas estribos que coinciden en el pilar (Fig. 2.26, pag. 114). Esta situación es similar en las iglesias de las Misiones del Paraguay con alguna variante en el detalle del capitel mientras

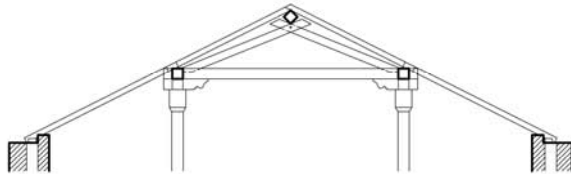
que en las iglesias de estilo mudéjar con tres naves divididas por pilares de madera en otros lugares coloniales en Sudamérica, como en Obispos en Venezuela construida en el siglo XVIII, existen dos órdenes de estribado. En el primero se apoyan los pares y permiten el ensamblado de caja de doble entalladura con el par de tirantes; en el segundo estribo de misma sección apoyados sobre zapatas entalladas se ensamblan unas pequeñas ménsulas paralelas a los tirantes (Fig. 1.24, pag. 63).

En Sudamérica existen ejemplos que siguen esta concepción de iglesias de armadura apoyada sobre pilares de madera como el caso de Chiquitos. Las armaduras de cubierta apoyadas sobre pilares de madera en iglesias de Sudamérica parecidas a Chiquitos misional, las podemos dividir en dos tipologías según el tipo de armadura. Las de tijeras trianguladas como la iglesia de San Cosme y San Damian del 1760 en las Misiones del Paraguay (Fig. 5.1 b) y las armaduras de pares con nudillo, siguiendo elementos del estilo mudéjar como en la iglesia de Obispos en Venezuela (Fig. 5.1 c) que además tiene doble tirante. También en Paraguay misional existieron armaduras de par y nudillo, en iglesias de tres naves divididas por pilares, como la iglesia de San Ignacio Guazú del 1684 (Fig. 1.14, pag. 47), sistema que se continuó reproduciendo en las iglesias franciscanas como Yaguaron del 1752 (Fig. 1.20, pag. 59) o la Iglesia de Capiatá del 1761 (Fig. 1.21, pag. 60), pero en estos casos la armadura tienen un solo tirante. Otra particularidad es la ubicación del nudillo en las armaduras de par y nudillo se encuentra a un $\frac{1}{3}$ de la altura entre cumbrera y tirante, en todos los pares, mientras que en Chiquitos, el nudillo se encuentra sólo en las tijeras a la mitad de la altura del triángulo.

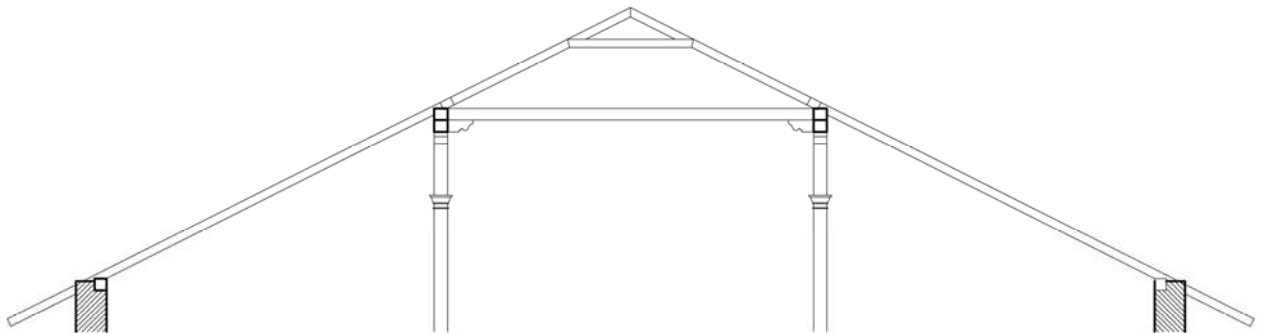
La mayor particularidad en todas las iglesias misionales lignarias del Paraguay, de Chiquitos y de Moxos es la existencia de pilares de madera embebidos en los muros de adobe, conformando un esqueleto de madera estructural, mientras que en las iglesias centroamericanas y en Venezuela tienen estructura mixta, muros de piedra portantes desprovistos de pilares embebidos en el cerramiento y pilares de madera en la nave central de la iglesia que ayudan a sostener la cubierta.



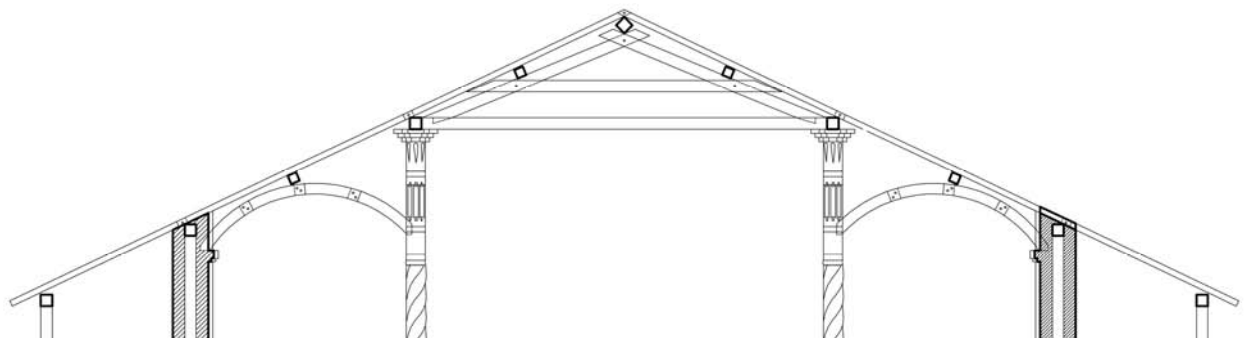
a. Ermita Virgen de las Nieves, Torralba; Siglo XIV-XIV



b. Iglesia de San Cosme y San Damian, Paraguay; 1760



c. Iglesia de Obispos, Venezuela; s. XVIII



d. Iglesia de Concepción de Chiquitos, Bolivia; 1756

0 1 2 3 4 5m

5.1 Tipologías de armaduras de tijeras trianguladas sobre pilares de madera en Sudamérica (b,c,d) y su relación con similar sobre pilares de piedra en España (a).

4.3 Tipologías de esqueletos de madera

La estructura portante principal Chiquitos misional, está formada por pórticos de madera, pilares y vigas de gran escuadría, situación que no presentan las demás soluciones de iglesias coloniales sudamericanas de tres naves divididas por pilares de madera. En este sentido se ha buscado su posible origen en modelos construcciones de similares características estructurales en Europa medieval y América prehispánica.

La figura 5.2, es un resumen de todas las edificaciones estudiadas con características análogas a Chiquitos. El sistema de porticado de madera que dividía el espacio interior de una edificación en varias naves está presente en Europa desde la protohistoria y en Sudamérica desde tiempos ancestrales. En Europa estas estructuras evolucionaron notablemente aproximadamente desde el siglo XII, cuando se dejó de enterrar los pilares en el suelo y fueron colocados sobre una base de piedra. Los primeros ejemplos actualmente conservados se encuentran en pequeñas iglesias en Inglaterra (Fig. 5.2), Lower Peover (1269) y Marton (1343). Sin embargo, las más grandes estructuras se dieron en graneros medievales de los monasterios, el caso de Ter Doeste en Bélgica (1375) o Meslay en Francia (s. XV), que aparte de la estructura independiente, están completamente cerrados por muros de ladrillo o piedra. En este sentido también existen estructuras de madera sin cerramientos, cubiertas pero expuestas a los cambios atmosféricos, como los mercados franceses actualmente conservados que van desde el siglo XIV (Cremieu) hasta el siglo XVIII (Questembert). Las tipologías de iglesias varían desde las tipo “pan de boi” del siglo XVI, como Lentilles, hasta las mixtas con cerramientos de piedra, como Meiringen (s. XVII) en Suiza.

En Sudamérica los ejemplos más cercanos a Chiquitos misional, se encuentran en las viviendas comunales, como las *mallocas* guaraníes y las amazónicas; y los salones comunales o *callancas* como en Incallacta (s. XV). Todas estas edificaciones con la característica de tener los postes enterrados en el suelo.

4.4 Proceso constructivo

Las iglesias de las Misiones de Chiquitos, después del replanteo del edificio, se colocaban los pilares enterrados en el suelo con la ayuda de guinches con poleas, siendo la parte enterrada del pilar quemada para resistir la humedad. En las construcciones porticadas europeas medievales, después del replanteo y colocación de las bases de piedra, se erigían los pórticos, formados por pilares y vigas de la nave central, pudiendo ser primero los ubicados en sentido transversal o longitudinal del edificio, con la ayuda de pórticos auxiliares provistos de poleas. Este sistema de levantar pórticos ayudaba la estabilidad de los pilares en un sentido y en el otro, se valía de utilizar elementos auxiliares de apoyo, para evitar que la estructura se gire. Conforme se iban levantando pórticos se colocaban las vigas transversales (Fig. 4.31 y 4.32, pag. 229-231).

La mayor diferencia en el proceso constructivo entre Chiquitos y los mercados o graneros europeos, es la estabilidad que se conseguía en las misiones americanas con el enterrado de los pilares. En el sistema europeo se tenía que ir triangulando los pórticos tanto en sentido longitudinal como transversal para dar mayor estabilidad a toda la estructura.

El siguiente paso era la formación de la armadura de cubierta, en Chiquitos los pares se encajaban en los tirantes, se reforzaban con los nudillos y se colocaba la viga cumbrera entre tijeras para evitar el giro de la armadura. El sistema europeo en armaduras de tijeras con correas es similar a Chiquitos con la diferencia que se colocaban mas barras de refuerzo, como tornapuntas, péndolas, pendolones y en algunos casos contrapares, para rigidizar la armadura que tenía mayor pendiente. En las naves laterales las vigas inclinadas eran reforzadas por tornapuntas coincidiendo con la altura de las correas. En las iglesias más grandes de Chiquitos, en las naves laterales las correas se apoyaban sobre arcos formados por tres tablas.

En construcciones mixtas como la iglesia de Meiringen en Suiza, los muros databan de varios periodos anteriores de ampliación de la iglesia, por lo cual la erección de los pilares de la nave central fueron posteriores al igual que las armaduras de pares.

5. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL

En los anteriores capítulos se ha realizado el análisis estático de las estructuras de seis edificios, tres iglesias de las Misiones de Chiquitos y tres edificaciones europeas del siglo XV al XVIII, formada por pilares que dividen el espacio interior en tres naves.

En el caso de las estructuras de Chiquitos, se optó por la combinación de carga cubierta + peso propio + viento por otro lado en las estructuras europeas se optó por la combinación mas desfavorable, carga cubierta + peso propio + viento + nieve, con el fin de ver si estas estructuras cumplen con las normativas vigente de DB-Seguridad Estructural en Madera del Código Técnico de la Edificación.

En las estructuras de las iglesias de Chiquitos los gráficos de momentos flectores muestran que los máximos valores se dan en el encuentro del pórtico con el empotramiento del suelo y realizada la comprobación del índice de flexión, según los coeficientes de duración de la carga y clase de resistencia, las tres estructuras son válidas. En las estructuras europeas, en el caso del mercado de Mereville y la granja de Meslay se puede observar en los gráficos que los mayores momentos se dan en los pórticos principales, mientras en la estructura mixta de la iglesia de Meiringen, el momento máximo se encuentra en la viga estribo, que tiene que absorber la carga de varias armaduras de pares. Una vez realizada la comprobación las dos primeras son válidas mientras que la tercera no. Esta situación supone que la viga estribo actualmente funciona, pero debería tener mayor escuadría para poder soportar las cargas puntuales a la que está sometida una vez se han agregado los coeficientes según la normativa.

En relación a los cortantes, en las estructuras de Chiquitos, los cortantes máximos se encuentran en diferentes barras dependiendo de cada una de las estructuras. Así en Santa Ana el cortante máximo se encuentra en el empotramiento del pilar exterior; en San José en una viga de la nave lateral; y en Concepción en un pilar de una nave lateral. De todas maneras una vez realizado las comprobaciones del índice de cortante las tres

estructuras son válidas. En el caso de las estructuras europeas los máximos momentos en Mereville se encuentran en una viga horizontal; en Meslay en un pilar de una nave lateral; y en Meiringen en la viga estribo. Una vez realizada las comprobaciones, del índice de cortante las dos primeras son válidas mientras que Meiringen no es válida según normativa.

En relación a las deformaciones, las estructuras de las iglesias de Santa Ana y San José, tienen la mayor deformación en las vigas de las naves laterales mientras que Concepción la tiene en el tirante de la nave central. Las dos primeras debido a la acción del viento mientras que la tercera debido a la luz que cubre y el peso propio de la misma viga. Una vez realizada las comprobaciones y la sumatoria de deformaciones instantáneas y diferidas, las tres estructuras tienen una flecha menor a la admisible. De todas maneras este ejercicio académico tiene sus diferencias con lo sucedido en la realidad en las estructuras de las iglesias, donde otros factores como la pudrición de la base de los pilares trajo empujes laterales de la carga de la cubierta por medio de los arcos de las naves laterales ocasionando la inclinación de los muros hacia afuera.

En el caso de las estructuras europeas la deformación máxima en Meslay y Meiringen se realiza en las vigas inclinadas que deben absorber las cargas horizontales del viento, mientras que en Meiringen la máxima deformación es en la viga estribo. Una vez realizada la sumatoria de deformaciones, las tres estructuras tendrían deformación admisible.

De acuerdo a este análisis realizado se puede observar que las estructuras de madera tanto en Europa como en Chiquitos, aunque fueron resueltas intuitivamente se adaptan a la normativa vigente a excepción de la estructura de Meiringen. Siendo la estructura más estable la del mercado de Mereville entre las europeas y la estructura de San José entre las iglesias de Chiquitos. De todas maneras la estructura de San José la hemos considerado mixta, por tener una fila de pilares de ladrillo en la nave exterior, mientras que Mereville, es una estructura totalmente formada por pórticos de madera y de clase de servicio 2 al no tener cerramientos perimetrales.

5.1 Estabilidad de las estructuras en madera

Las iglesias de las Misiones de Chiquitos, como sus predecesoras iglesias de las Misiones guaraníes, utilizaron como estructura portante pórticos de madera clavados en el suelo. Esta solución practicada por los indígenas en sus viviendas comunales, otorgaba estabilidad a los pilares una vez colocados enterrados en las fosas, así se evitaba el uso de elementos auxiliares para su estabilidad temporal mientras se construía y posteriormente se prescindía el uso de barras diagonales o tornapuntas que ayudasen a la indeformabilidad de la estructura ante el empuje de cargas horizontales (viento). Este empotramiento estructural era evitado en Europa desde el siglo XII, debido a la corta duración de los pilares por la pudrición de la base del pilar causada por la humedad. Las estructuras de madera medievales de mercados, graneros e iglesias europeos estaban apoyadas en una base de piedra. El empotramiento se convirtió en una articulación, por lo que el pilar podía girar. Para lograr la estabilidad de los pilares, los pórticos además de estar unidos con tirantes, estaban triangulados por tornapuntas tanto en sentido longitudinal como en el transversal, unidos con ensambles de caja y espiga, que evitaban la abertura de los pórticos ante empujes horizontales como el viento.

Otro elemento importante a considerar la estabilidad de la estructura fue el tipo de armadura utilizada. En la mayoría de los casos fueron en base a tijeras trianguladas con correas, pero también existieron armaduras de pares. Debido a la inexistencia de muro portante, las armaduras de tijeras coincidente con los pórticos fueron la mejor elección ya que la carga de la cubierta transmitida a las tijeras a través de las correas eran contrarrestadas directamente por los pilares, mientras que en el caso de las armaduras de pares, las cargas se transmitían uniformemente por la viga estribo y de ésta la absorbían los pilares. En este caso las vigas estribos debían tener una gran escuadría, situación que no cumple la estructura de la iglesia de Meiringen, como hemos podido analizar en el cálculo estructural.

5.2 Análisis de la madera y su uso como estructura portante

La madera ha sido un recurso muy utilizado como elemento estructural debido a sus características mecánicas. Gracias a su elevada resistencia a la flexión, ha sido el material más utilizado en la formación de celosías, puentes, cubiertas y forjados, incluso en zonas donde no existían grandes bosques. El roble la madera más utilizada para las estructuras porticadas europeas que hemos estudiado, la resistencia a flexión asumida para el cálculo que hicimos ha sido de 35N/mm^2 y en el caso de Chiquitos de 60N/mm^2 . Resistencia que si se relaciona con su peso es muy elevada aún con materiales más modernos como el acero o el hormigón.

La madera ha sido aprovechada por su propiedad de compresión paralela a la fibra en las estructuras de pórticos medievales europeos como en las de Chiquitos, es así que la mayor parte de las barras de este tipo de estructura trabaja a compresión. Hemos asumido que los pilares de roble europeo tienen una compresión paralela de 25N/mm^2 (clase de resistencia D35), mientras que la madera *Cuchi* de Chiquitos de 64N/mm^2 según sus propiedades generales, aunque para el cálculo hemos asumido la característica de una clase de resistencia de D60, con compresión paralela a la fibra de 32N/mm^2 .

Por la buena capacidad mecánica de resistencia a tracción paralela a la fibras de la madera, de 21N/mm^2 en el roble europeo y de 36N/mm^2 en el *tajibo* de Chiquitos (asumiendo en el cálculo una clase de resistencia D60), el tirante ha cumplido su función dentro de las tijeras trianguladas de las armaduras de cubierta. De hecho el reemplazo de la madera en las grandes estructuras de cubiertas en general, se dio cuando apareció el acero y los tirantes se convirtieron en tensores metálicos.

El módulo de elasticidad es bajo, tanto en el roble (10kN/mm^2) como en el *cuchi* (17kN/mm^2), en relación a los nuevos materiales como el hormigón o el acero. Sin embargo su influencia en la deformación de las barras de los pórticos europeos como de Chiquitos y el posible pandeo han sido mínimos.

6. APUNTES SOBRE LAS RESTAURACIONES PREVIAS

El conjunto misional en Chiquitos ha sufrido modificaciones en el transcurso de los tres siglos que han pasado desde su construcción. De las iniciales diez iglesias, actualmente se encuentran seis en pie y con el mismo uso.

Las causas por el deterioro y los cambios, que han amenazado su preservación se deben por varias razones, las podemos diferenciar en:

- a. Factores ambientales, lluvias, humedad, viento, agentes xilófagos, etc.
- b. Intervenciones equivocadas, falta de mantenimiento, escasez de recursos económicos y recursos técnicos, etc.

La humedad ha sido uno de los mayores problemas que han tenido las iglesias jesuíticas. Cuando una teja de la cumbrera se rompía (eran piezas especiales, no comunes para el reemplazo), producía humedad en el encañado y pudrición en la madera de la viga cumbrera. Esto hacía flechar la estructura en las partes más débiles.

Otro problema producto de la humedad venía de los pilares hincados, conforme se iban pudriendo cedían en la altura, hasta producir vuelco. En el caso que la pudrición se diese en un pilar embebido en el muro, la carga que debía soportar terminaba apoyada en el muro, produciendo nuevos empujes con la consiguiente inclinación hacia fuera del muro.

De todas maneras es necesario subrayar que el mayor valor de las iglesias actuales, es el haberse conservado hasta nuestros días y cumplir la función por la que fueron construidas, a pesar de todas las condiciones anteriormente comentadas.

A manera de clasificar las intervenciones realizadas podríamos hablar primero de las espontaneas y de emergencia realizadas en diferentes periodos con el fin de solucionar problemas de grave deterioro; en segundo lugar las rehabilitaciones estilísticas en las iglesias de los pueblos con mayores recursos y finalmente las ultimas restauraciones realizadas desde los años '70 del siglo pasado.

Intervenciones espontaneas

Las columnas de madera dura hincada al suelo no pudieron resistir el paso del tiempo, el deterioro se dio siempre cerca al suelo debido a la pudrición por los cambios de humedad del suelo. Las intervenciones a través de más de un siglo han estado a cargo de los indígenas quienes han ido reponiendo las columnas en mal estado, este proceso hizo que a veces se cambie sin reproducir exactamente la pieza anterior (Fellner 1995b: 537).

Los trabajos de mantenimiento respetaron el mismo método de construcción, aunque a la postre la acumulación de éstos vino a significar una fuerte intervención en las estructuras de las edificaciones, dando paso a modificaciones de considerables dimensiones.

En todas las iglesias la parte que más modificaciones sufrió fue el suelo y sus elevaciones, ya que con el tiempo gran número de ladrillos originales que no estaban suficientemente bien cocidos, se fueron desgastando y quebrando, exponiendo el subsuelo de barro seco a la erosión (Fellner 1995: 537).

Rehabilitaciones

Otro factor importante es la evolución socioeconómica que tuvieron los pueblos misionales en el periodo postjesuitico. Las iglesias de los pueblos con menores recursos económicos y aislados no sufrieron modificaciones sustanciales mientras que en los pueblos que llegaron a tener periodos de bonanza económica se hicieron modificaciones sustanciales.

En Concepción, debido a los periodos de mayor flujo económico como la época del caucho (fin del s. XIX), existieron recursos para modificar la iglesia. En la figura 5.3 se puede notar estos cambios estilísticos caprichosos sin ningún cuidado por la conservación del conjunto jesuítico. De hecho el campanario inicial estaba exento, de estructura de madera con barro (Fig. 5.3 a), el 1911 se colocó uno en el atrio cambiando totalmente la fachada (Fig. 5.3 b), pocos años después se derrumbo el campanario, se colocó otro sobre la cubierta de la alcaldía (Fig. 5.3 c) pero se dejó todo la base del anterior en el atrio, en la última restauración se intentó volver al inicial aunque otorgándole una falsa monumentalidad (Fig. 5.3 c).



a. Campanario exento de madera y arcilla
Anónimo antes del 1911



b. Campanario en atrio
Anónimo, 1911



c. Campanario ubicado en la alcaldía
Bösl A., 1971



d. Después de la última restauración
Azogue, 2004

En las iglesias de San Javier y Concepción en el periodo de auge económico las columnas helicoidales de madera podridas fueron remplazadas por simples troncos de árboles y según el gusto clasicista de la época fueron recubiertas de ladrillos cambiando totalmente el concepto del espacio interior de tres naves divididas por esbeltos pilares de madera (Fig. 5.4).

Las iglesias de San Rafael, San Miguel y Santa Ana por estar en pueblos aislados sin recursos económicos, las intervenciones se limitaron al mantenimiento de la cubierta y a remplazar las columnas podridas por copias más o menos similares. En San Ignacio el descuido general de las instituciones que debieron velar por su rehabilitación y después por la urgente restauración que nunca llegó, debido a varios factores, hicieron que la iglesia desaparezca a fines de los años 40 (Molina 1995: 230).



a. Interior Concepción con columnas revestidas Plattner F., 1957



b. Interior Concepción después de la restauración Rodríguez V., 2004



a. Interior San Javier con columnas revestidas Anonimo, 1933



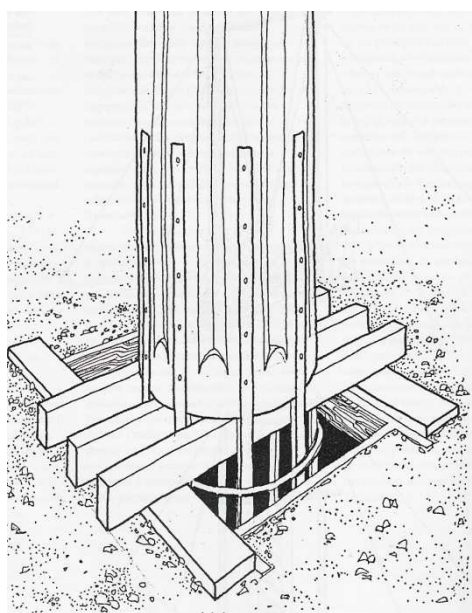
b. Interior San Javier después de la restauración Rodríguez V., 2004

5.4 Proceso de modificaciones de la iglesia de Concepción

Últimas restauraciones

El primer proyecto moderno de intervención y conservación de las iglesias de las Misiones Jesuíticas de Chiquitos fue realizado el año 1971 por los arquitectos alemanes G. y I. Küttinger, para consolidar la estructura de la iglesia de San Rafael, por encargo de Félix Plattner, jesuita y biógrafo del misionero Schmidt, constructor de las principales iglesias de Chiquitos. El encargado de dirigir las obras de esta primera intervención como las posteriores restauraciones en las iglesias de Concepción, San Javier y San Miguel fue el arquitecto suizo Hans Roth a partir del año 1972.

En San Rafael se iniciaron los trabajos con el desmantelamiento de la armadura de la cubierta y de las columnas enterradas, dos eran de origen jesuítico, podridas al nivel del suelo, mantenidas en su lugar por el peso del techo y el apoyo de las vigas a las paredes laterales. Mediante medios auxiliares se bajó todo el maderamen y siguiendo el proyecto de los arquitectos alemanes se quitó la parte enterrada y podrida de las columnas para reemplazarla por zapatas y zócalos de hormigón, colocando encima las columnas reutilizadas, cortadas 20 cm. por pudrición y fijadas con hierros planos de anclaje visibles a los zócalos (Fig. 5.5) (Roth, 1995: 474). Los restos de pilares podridos embebidos en el muro fueron retirados debido a que afectaba la estabilidad de la estructura.



5.5 Formación de la base de hormigón de las columnas en la restauración Roth, 1995

En algunos casos se retiraba sólo la parte podrida y en otros al estar afectados por termitas se quemaba todo dentro de la pared misma. Los huecos en el muro de adobe se rellenaron con piedra, arena y cemento hasta la altura de la madera no podrida del pilar.

Para levantar las columnas se utilizaron andamios auxiliares formados por puntales y travesaños de madera, provistos de un par de tecles con poleas (Fig. 2.28, pag. 116). En la reconstrucción de la estructura y armadura de cubierta de madera en San Rafael fueron necesarios como 300 árboles, con el fin de restituir las vigas, tijeras y columnas que estaban podridas. El encañado de *estera guapaz* original que cubría el interior del techo fue remplazado por el mismo material.

Los trabajos en la iglesia de San Rafael (1972-1979) contaron con elementales medios técnicos, escasos recursos económicos y limitados conocimientos sobre la técnica de restauración por lo que el trabajo no fue riguroso en la conservación y restauración de las piezas antiguas dañadas de la estructura de madera.

En los trabajos de restauración de la iglesia de Concepción (1975-1982) se utilizó el mismo sistema de San Rafael para desmontar la estructura e igual solución estructural en la base de las columnas, zapata con zócalo de hormigón con anclajes de hierros planos visibles a los pilares. En el caso de los pilares embebidos en los muros se los restituyó y se aumentó pilastras de ladrillo en toda la altura por el exterior debido a la fuerte inclinación que presentaba el muro. El encañado original de estera de guapaz fue reemplazado por un entablonado clavado a los cabrios para dar más rigidez a la estructura, encima se colocaba una capa de cal para ligar las tejas. El problema actual es que la cal ha producido humedades en la madera debido a las condensaciones.

El deseo de los religiosos de tener una iglesia monumental al ser Concepción la sede del obispado, hizo que se modifique la originalidad histórica del edificio como el campanario antes mencionado (Fig. 5.3 d).

El hecho que la estructura de madera de la iglesia de San Javier se encontrase en mejor estado de conservación, ayudó a una rehabilitación

previa a Roth realizada por José Herzog, a utilizar puntales para sostener la armadura y realizar la intervención en las columnas para restituirlas o consolidarlas bajo techo, posteriormente se intervino en la madera de la cubierta. De esa manera la estructura de madera no quedaba a la intemperie como en el caso de San Rafael o Concepción. Este mismo método fue utilizado en otra rehabilitación realizada por Herzog en la iglesia de San José.

En la restauración realizada por Roth en la iglesia de San Javier (1987-1993), los hierros planos visibles del anclaje al zócalo fueron remplazados por hierros redondos corrugados y ocultos, introducidos de 60 a 100 cm. La intervención en esta iglesia fue la más profesional de las realizadas por Roth. En parte por su mejor estado de conservación, pero también porque se traía la experiencia de las anteriores intervenciones, por lo que se hizo un levantamiento detallado tanto de la estructura de madera como de las pinturas en el entablonado del techo, en las pinturas murales, molduras, retablos, etc. por lo que se obtuvo una óptima restauración.

En la restauración de la iglesia de San Miguel (1979-1983), se siguió el mismo método de dismantelar toda la estructura, reforzar la base con hormigón y reemplazar las columnas podridas. Los muros laterales que se encontraban inclinados hacia el exterior, debido al empuje de las cargas de la cubierta, fueron nivelados por su cara exterior, mientras que la cara interior se evitó tocar para preservar las pinturas murales.

Un cambio notable en el funcionamiento de la estructura de la cubierta realizada en las restauraciones por Roth es el uso de tarugos y clavos para asegurar los cabrios, cuando originalmente estaban simplemente apoyados sobre las correas longitudinales y los muros de adobe perimetrales.

En la restauración de la Iglesia de Santa Ana (1997-2001) los trabajos de restauración fueron dirigidos por Roth, pero adaptándose a un diferente equipo de profesionales, con nuevos métodos y sistemas de intervención. Desde el año 1988 la iglesia de San José continúa en restauración, interrumpida en varias ocasiones, incluida en varios proyectos de desarrollo local y de formación.

7. RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INTERVENCIONES

Las restauraciones realizadas en los últimos 30 años dirigidas por Hans Roth en las iglesias de Chiquitos, han sido un proceso de aprendizaje en el que se ha ido mejorando la intervención en el Patrimonio conforme se aprendía a pie de obra como restaurar. Fruto de esta secuencia improvisada de restauración, realizada con interés, ahínco, coraje pero sin el conocimiento científico de conservación, ha sido pagada en las discutidas primeras intervenciones de las iglesias como San Rafael donde se reemplazó toda la estructura de madera y se repintó todas las pinturas.

Para las próximas intervenciones de rehabilitación o restauración en la armadura de cubierta, habría que tomar en cuenta los métodos de conservación como el dictado por el Convenio del Patrimonio Mundial de la Unesco (1972), Carta de Venecia (1964) o las Normas de Quito (1967); documentos ya utilizados en las últimas restauraciones como San Javier, entre otras cosas para evitar crear falsos históricos como el de sustituir piezas de madera nueva que se confundan con las piezas viejas o el sustituir piezas sencillas por otras más elaboradas o monumentales, situaciones que se dio en Concepción.

Consideramos que en relación a la conservación de la estructura de madera habría que realizar las siguientes intervenciones:

1. Realizar un levantamiento del estado actual de las estructuras.
2. Realizar una clasificación de las tijeras, vigas, cabrios, correas de acuerdo a su ubicación, estado de conservación y datación
3. Determinar las propiedades mecánicas y físicas de las barras mediante técnicas no destructivas.
4. Realizar un plano de conservación a mediano y largo plazo, mediante el uso de productos contra hongos xilófagos y termitas.
5. Prever sistemas de aspersores o rociadores contra incendios.
6. Prever protocolos de actuación rápida en caso de existencia de goteras o humedades que puedan dañar la madera.

CAPITULO SEXTO

CONCLUSIONES

1. CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación se ha planteado como objetivo principal definir el origen y las tipologías de las estructuras de madera de las iglesias de las Misiones de Chiquitos, la cual entendemos, se ha conseguido determinar de manera satisfactoria.

Para conseguir los resultados se ha realizado una investigación descriptiva-documental de tipologías constructivas similares delimitadas por un marco histórico geográfico relacionado con las construcciones de las iglesias de Chiquitos. A continuación desarrollamos las conclusiones de acuerdo a cada ámbito de estudio.

Conclusiones sobre arquitectura en madera de otras misiones en América del Sur y su relación con Chiquitos Misional

Las Misiones Jesuíticas Guaraníes o del Paraguay fueron las primeras en crearse a inicios del siglo XVII, en territorio de frontera de las colonias de la corona española en América del Sur, con el fin de sentar soberanía, incluir a los nativos guaraníes en el nuevo sistema político y convertirlos al cristianismo. Después de casi un siglo se crean las Misiones de Moxos y de Chiquitos, las primeras dependían de la Provincia jesuítica del Perú y Chiquitos de la Provincia del Paraguay, sin embargo ambas estaban estrechamente relacionadas por tener territorios contiguos. Por este motivo el modelo urbano y arquitectónico empleado en las Reducciones de ambas Misiones fue similar al desarrollado en el Paraguay.

El modelo urbano perfeccionado con el tiempo divide el asentamiento en dos sectores, el conjunto religioso por un lado y las viviendas de los indígenas por el otro, ambos unidos por una plaza. Todos los elementos urbanos así como los ejes direccionales tienen un sentido religioso. El proceso de consolidación en Paraguay siguió tres fases, en la primera los edificios construidos con tecnología nativa y algún aporte nuevo como la introducción del barro para los cerramientos vegetales; en la segunda el

urbanismo y las construcciones adoptan un aspecto más definido y en la tercera se introduce un estilo barroco más depurado similar al europeo con cambios tecnológicos, como el uso del ladrillo, bóvedas, etc. La evolución en Moxos y en Chiquitos es similar, las construcciones después de ser cabañas precarias, perfeccionan la tecnología nativa e introducen elementos arquitectónicos barrocos.

El edificio más importante es la iglesia, por lo tanto el lugar donde se evidencian los diferentes procesos de evolución del asentamiento. La planta tipo es rectangular, de tres naves dividida por pórticos de madera, cerramientos de adobe, atrio y corredores porticados, cubierta a dos aguas. El sistema estructural predominante en Paraguay y el único utilizado en Moxos y Chiquitos, es a base de pórticos de pilares de madera hincados en el suelo. La armadura de cubierta, en Paraguay, fue resuelta según los medios técnicos y humanos que se tuvieron disponibles. Se utilizó el sistema par y nudillo con artesonado, como en San Ignacio Guazú y el sistema de tijeras trianguladas como en San Cosme y San Damián. En Moxos, por los pocos documentos existentes, se deduce que utilizaron tijeras trianguladas o simples vigas apoyadas sobre vigas cunbreras.

Las Misiones de Maynas, Casanare, Meta y Orinoco, ubicadas más al norte de Sudamérica no llegaron a consolidarse. Existen ciertos elementos análogos a Chiquitos, como el intento de implantación urbana de una plaza rodeada por un lado por el conjunto religioso y por el otro lado las viviendas de los indígenas; como también el uso de una estructura de pilares hincados, cerramientos de barro y cubierta a dos aguas. Sin embargo los sistemas no se perfeccionaron, por lo que fueron asentamientos precarios que no pasaron la primera fase.

El uso de pilares con función portante fue común en otros lugares de Sudamérica entre el siglo XVI al XVIII. En Venezuela, Colombia y en Centroamérica existen ejemplos de iglesias de tres naves divididas por pilares de madera sobre piedras, cerramientos de piedra o ladrillo, armaduras de par y nudillo o en algunos casos tijerales. En Paraguay

existen iglesias de las Misiones franciscanas post-jesuíticas con similares soluciones constructivas.

Conclusiones sobre el análisis de la arquitectura de madera de las iglesias en las Misiones de Chiquitos

Las Misiones Jesuíticas de Chiquitos estuvieron formadas por diez reducciones, siguieron el modelo urbano y arquitectónico experimentado en Paraguay. Las construcciones en las reducciones tuvieron dos fases: las precarias, cuando se iniciaba la reducción; y las permanentes, construidas cuando se consolidaba el asentamiento.

La construcción más importante y que dominaba todo el horizonte, era la iglesia. El edificio monolítico con una gran cubierta a dos aguas, siguió el proceso constructivo de los nativos, primero la erección de una estructura de postes de madera hincados en el suelo, formando cinco pórticos, una nave central y dos laterales a ambos lados. En cada pórtico de la nave central era colocada una armadura de tijera triangulada de origen hispánico, en la mayoría de los casos con nudillo y en las naves laterales vigas de madera rectas o arqueadas que soportarían las correas y la viga cumbreira. Encima se colocaban simplemente apoyados los cabrios y después el encañado con barro donde se apoyaban las tejas. Una vez estaba completada la estructura de madera incluida la cubierta, se realizaban los muros perimetrales de adobe, dejando los pórticos más externos como corredores cubiertos para proteger el muro de la lluvia y las humedades.

Las iglesias construidas por el misionero de origen suizo Martín Schmidt, Concepción, San Javier y San Rafael, son las de mayor expresión artística y precisión constructiva. Destacan las esbeltas columnas salomónicas de los pórticos interiores, los detalles de pintura mural y los retablos de madera, utilizando materiales y técnicas encontradas también en otras iglesias en Chiquitos como en Moxos y Paraguay, pero obteniendo mejores resultados.

El sistema estructural de pórticos de madera estaba dividido por tramos denominados lances, los que ayudaban a determinar la flexibilidad y el crecimiento de la estructura. Los lances medidos en varas castellanas, formaban un sistema proporcional, donde el pórtico central era el doble que los laterales y de los corredores; mientras que las alturas de los pórticos formaban un cuadrado.

Las estructuras, en base a un análisis estático realizado, muestran que los pórticos de pilares empotrados absorben sin problemas las cargas verticales de la cubierta, mientras que las cargas horizontales solicitadas son absorbidas por el empotramiento del pórtico ayudado por los muros de adobe del cerramiento. Sin embargo, la estructura ha funcionado diferente con el transcurso del tiempo, debido a la pudrición por humedades en las bases de los pilares, hecho que ha provocado empujes horizontales de los arcos en los muros de adobe por las cargas del techo inclinado.

Conclusiones sobre la construcción prehispánica en el entorno de Chiquitos y su relación con Chiquitos Misional

Las culturas prehispánicas en Chiquitos como en su entorno, conocieron edificaciones con estructuras de postes de madera hincados en el suelo. Existen ejemplos en todas las culturas del entorno cercano y lejano de Chiquitos. En las culturas andinas, destaca la *callanca* de Incallacta, cercana a las tierras bajas, de planta rectangular, muros perimetrales de piedra y una posible estructura de postes de madera que debía ayudar a sostener la cubierta a dos aguas. En las culturas amazónicas, el uso de edificios con estructura de postes de madera y cubiertas vegetales hasta el suelo donde vivían varias familias, fue común en grupos sedentarios como las malocas construidas por los Tukano o los Jibaros. La forma de la planta podía ser rectangular, elíptica o circular. También en las culturas del Chaco, entre los grupos de lengua tupi-guaraní existieron viviendas alargadas con una estructura de postes de madera y cubierta inclinada a todos lados.

Entre los grupos prehispánicos en Chiquitos, existió una variedad de tipologías dependiendo de varios factores, tamaño del grupo, si eran sedentarios o nómadas, herramientas utilizadas, materiales etc. Entre los sedentarios las viviendas pudieron ser ovaladas, elípticas o circulares. Destaca la variedad de soluciones que tuvieron el grupo de los *Manasicas*, como las de mayor tamaño que eran de uso público o viviendas de los capitanes.

La estructura de postes de madera estaba hincada al suelo y los palos utilizados como vigas eran amarrados con lianas a los postes. La cubierta caía hasta el suelo y si existían cerramientos, eran en base a tejidos de vegetales o estacas de madera.

En las construcciones de las Misiones, se utilizó el sistema tecnológico conocido por los *Chiquitos*, apoyado con los nuevos aportes traídos por los misioneros como el uso del barro sobre el encañado para los cerramientos, el uso de ensambles en la unión de las estructuras de maderas o el uso de tejas cocidas para las cubiertas entre otros.

Conclusiones sobre la construcción en madera en Europa hasta el siglo XVIII y su relación con Chiquitos Misional

Las estructuras de madera para las edificaciones en Europa tienen una tradición desde la protohistoria, sobre todo en las regiones donde existían grandes extensiones de bosques. En el siglo XI se consigue un salto tecnológico cuando los postes de madera en las construcciones se colocan elevados sobre piedras, consiguiendo edificios más duraderos. En la Edad Media Alta las estructuras se perfeccionan con el uso de componentes industrializados en base a pequeñas piezas ensambladas, los entramados ligeros.

Este proceso también influye en las tipologías de armaduras de cubierta, las tijeras con correas, conocidas desde la época romana, son modificadas en las iglesias norte y centro de Europa. Se incrementa la inclinación de los techos, se reduce el grosor de las tijeras, se retiran las correas y se colocan

los pares menos distanciados. De esta manera se observan dos tipologías de armaduras, las de pares y las de tijeras con correas. Sin embargo el uso de las tijeras será común en el arco mediterráneo, donde las cubiertas tienen menos inclinación y están apoyadas sobre muros de piedra.

Los edificios de tres naves divididas por pilares tuvieron diferentes usos, pudieron ser mercados, iglesias, salones, viviendas o graneros. También las tipologías constructivas fueron variadas, en base a entramados pesados de pilares y viga; entramados ligeros de barras de madera; o mixtos, cerramientos portantes de piedra, con pórticos interiores en madera. Las armaduras de cubierta, más utilizadas fueron las tijeras con correas, de esta manera las cargas se transmitían directamente sobre los pilares. En las estructuras mixtas, las armaduras de pares fueron más utilizadas, así las cargas se transmitían sobre todo al muro, en este caso las vigas más solicitadas eran las que unían cada tramo de los pórticos centrales.

La construcción en madera siguió guías geométricas basada en proporciones antropomórficas, para modular las naves, los tramos y las alturas entre pórticos. El entallado y decoración dependía de la importancia del edificio y de la función que cumplía, en los salones y las iglesias fueron más elaborados mientras que en los graneros y mercados bastaba que la estructura cumpliera su función.

Los edificios caracterizados de tres naves divididos por pilares en Europa, tienen cierta analogía con las iglesias de las Misiones de Chiquitos. Ambos sistemas dividen el espacio en tres naves con columnas de madera, siguen un sistema de proporciones y utilizan uniones de ensambles a flexocompresión. Sin embargo la solución de la armadura de cubierta en Chiquitos, y procedente de Paraguay, tiene orígenes en las armaduras en base a tijeras utilizadas popularmente en iglesias de Castilla, con la diferencia que estas se asentaban sobre columnas de piedra.

Conclusiones sobre la innovación constructiva en la arquitectura de madera de las iglesias en Chiquitos Misional

La arquitectura de las iglesias en las Misiones de Chiquitos es el resultado de un sistema tecnológico mestizo, de origen indígena pero con cambios introducidos por los misioneros, basado en la practicidad ante la necesidad de contar grandes espacios cubiertos en territorios de frontera, con escasos recursos humanos y técnicos.

El sistema estructural de pilares de madera hincados en el suelo independiente de los cerramientos de adobe, fue utilizado también en las construcciones de las iglesias de las Misiones de Moxos y tiene su origen en las iglesias de la primera fase de las Misiones Guaraníes. El uso de esta tipología constructiva se limita al territorio misional en las regiones centrales en Sudamérica, el área Guaraní, de Chiquitos y de Moxos. En las otras Misiones Jesuíticas, la adopción de un sistema estructural lignario no es claro, existieron iglesias de tres naves divididas por pilares, pero fueron construcciones temporales y de pequeñas dimensiones.

Las iglesias con naves divididas por pilares de madera en Venezuela Colombia y Centroamérica, adoptaron el uso de pilares por ser la madera un material abundante en la zona, sin embargo los cerramientos exteriores son fábricas de piedra y la armadura de cubierta utilizada es de par y nudillo con decoraciones de estilo mudéjar.

La armadura de cubierta en Chiquitos formada por pares triangulados con el tirante y en casi todos los casos con un nudillo central, con viga cumbreira y correas, es una solución también conocida en Moxos y utilizada en Paraguay. Estas tijeras, no fueron la única solución en el Paraguay donde también se utilizó armaduras de par y nudillo con artesonados de estilo mudéjar.

El uso de pilares labrados en forma helicoidal es una característica de las iglesias de Schmidt en Chiquitos, estilo utilizado en el periodo Barroco en Europa y con ejemplos en pilares de madera en iglesias centroeuropeas. También los labrados abundantes y profusos en los fustes, capiteles y

arcos en las iglesias de San Ignacio y San Rafael, son producto del barroco mestizo.

A pesar de los cambios tecnológicos en la construcción traídos por los misioneros a Chiquitos, como el uso del barro en los cerramientos, las tejas y ladrillos cocidos, los ensambles en las uniones de maderas, etc. se continuó hincando los pilares de madera en el suelo, tal como solían construir los indígenas, situación superada en Europa a finales del siglo XI. Este empotramiento ayudó a la estabilidad del conjunto evitándose triangulaciones con tornapuntas en la estructura, típicas en Europa, pero con el transcurso del tiempo la humedad hizo que se pudriese la base de los pilares en contacto con el suelo.

2. REFLEXIONES PERSONALES

La investigación presentada es inédita en relación al estudio de las iglesias jesuíticas de Chiquitos desde el análisis de las estructuras de madera y sus orígenes. Los estudios previos sobre la tipología de armadura en Chiquitos están basados en teorías conceptuales que han repetido todos los autores anteriores sin haber realizado una investigación sistemática que pueda determinar con exactitud la procedencia, el funcionamiento y la clasificación de las estructuras de estas iglesias.

El conocimiento del funcionamiento y la definición de los aspectos constructivos de la estructura de madera en Chiquitos ayudarán a mejorar las futuras intervenciones en estos edificios patrimoniales.

El análisis sobre la construcción prehispánica en Chiquitos en base a las crónicas de los misioneros, abre la posibilidad para que futuros investigadores sobre todo del sector arqueológico, puedan buscar asentamientos en Chiquitos y puedan confirmar o desmentir las crónicas de cómo vivían estas culturas previo a la llegada de los misioneros.

Este estudio ha sido muy complejo pero desde luego en este reto encontramos su gran valor. Hemos investigado pasando tangencialmente

por ciencias diferentes a nuestra formación como arqueología, antropología, etnografía e historia para poder tener un panorama general del objetivo que pretendíamos con la investigación, el origen de la construcción en madera en Chiquitos. Por otro lado hemos tenido que clasificar y analizar la información de decenas de sistemas constructivos, de edificios de naves divididos por pilares en América y Europa desde el siglo XII hasta el XVIII, tarea que no ha sido fácil, pero que nos da la certeza que nuestras conclusiones han seguido un proceso sistemático de investigación y de resultados.

3. LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Dentro de la línea de nuevas investigaciones que han surgido del estudio de las iglesias jesuíticas de Chiquitos, sus orígenes y de las estructuras de madera de entramados pesados, proponemos las siguientes líneas de investigación:

1. Análisis de las tipologías constructivas de iglesias post-jesuíticas hasta la actualidad en Chiquitos.
2. Las iglesias jesuíticas de Chiquitos y su influencia en la edificación en general en la región.

En relación a las culturas prehispánicas y su relación con las construcciones hispánicas:

1. Estudio de zonas arqueológicas en la región de Chiquitos en búsqueda de restos de asentamientos prehispánicos, para una investigación científica sobre las culturas que existieron en esta zona.
2. Estudio de las grandes edificaciones prehispánicas en la región de Chiquitos

En relación a las estructuras de madera históricas proponemos los siguientes estudios de investigación:

1. Estado de conservación y análisis de las patologías en las estructuras de madera de las iglesias jesuíticas de Chiquitos
2. Estudio de las estructuras de madera en edificios patrimoniales en Bolivia desde los tiempos prehispánicos hasta el republicano
3. Análisis de las tipologías de armaduras de cubierta en Hispanoamérica desde los tiempos prehispánicos hasta la actualidad.
4. Estudio del estado de conservación de las estructuras de madera, patologías y posibles intervenciones en edificios religiosos de naves divididas por pilares.
5. Estudio de la construcción vernácula en España, su influencia en Hispanoamérica y los aportes en los edificios históricos.

BIBLIOGRAFIA

Argüelles R., Arriaga F., Martínez J.J.

2000 *Estructuras de madera diseño y cálculo*. 2d. Edición. Madrid: AITIM

Argüelles Alvarez, Ramón; Arriaga Martitegui, Francisco

1998 *Curso de diseño y cálculo de estructuras de madera*

Madrid: Servicio de Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos

Arriaga Martitegui, Francisco

1994 *La carpintería en el tratado de arquitectura civil de Benito Bails*. Boletín de información técnica AITIM (Madrid). No 191, pp. 33-48

1998 *Restauración de estructuras de madera en edificios antiguos*. En: *Restauración arquitectónica*. Coord. por Ignacio Represa, Vol. 1, 1998, pags. 237-270

2001 *Estructuras de madera*. En: *Tectónica: monografías de arquitectura, tecnología y construcción*, Nº 13, 2001, pag. 4

Arriaga Martitegui, Francisco. [et al]

2002 *Intervención en estructuras de madera*. Madrid: AITIM

2005 *Evaluación de la capacidad portante de piezas de gruesa escuadría de madera de conífera en estructuras existentes*. En: *Materiales de construcción*, Nº. 280, pags. 43-52

Aguirre Achá, José

1933 *La antigua Provincia de Chiquitos limítrofe de la provincia del Paraguay*. La Paz : Imprenta Renacimiento.

Alberti, Leon Battisti

1991 *De Re Aedificatoria*. Prologo de Javier Rivera.

Madrid: Ediciones Akal, S.A. Imprenta Renacimiento

Alcalá, Luisa Elena

2002 *Fundaciones jesuíticas en Iberoamérica; con contribuciones de Gauvin Alexander Bailey, Clara Bargellini, Luis Eduardo Wuffarden*. Madrid: El Viso DL

Alcock, N.; Buckley R. J.

1987 *Leicester Castle: The Great Hall*. *Med Arch* 31, 73-79

Alexander, Ricardo Jesse

1984 "El barroco guaraní (la estructura del espacio arquitectónico)". En *Simposio Internazionale sul Barocco Latino Americano*, Roma 1980: IILA, Atti Vol. II. Roma. pp. 185-186

Angulo Íñiguez, Diego; Enrique Marco Dorta, Mario J. Buschiazzo

1956 *Historia del arte hispanoamericano*, tomo III. Los capítulos IV a XII por Enrique Marco Dorta, los capítulos XIII a XVIII por Mario J. Buschiazzo. Salvat Editores, Barcelona.

Amaral Lovera, Blanca V. ; Durán Estragó, Margarita

1994 *San Cosme y San Damián. Testimonio vivo del pasado jesuítico*. Asunción: Biblioteca de Estudios Paraguayos. Universidad Católica Vol. 46

Armani, Alberto

1988 *Ciudad de Dios y Ciudad del Sol: el "Estado" jesuita de los guaraníes (1609-1768)*; 2a edición corregida. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Azara, Félix

1904 *Geografía física y esférica de las provincias del Paraguay, y misiones guaraníes*; bibliografía, prólogo y anotaciones por Rodolfo R. Schuller. Montevideo: [s.n.]

- 1969 *Viajes por la América Meridional: contienen la descripción geográfica, política y civil del Paraguay y del Río de la Plata*. Madrid: Espasa-Calpe, 1969
- 1990 *Descripción general del Paraguay*. Introducción y notas de Andrés Galera Gómez. Madrid: Alianza

Balza Alarcón, Roberto

- 1991 *Etnografía de la vivienda chiquitana y algunos aspectos de la cultura material en tres comunidades de la micro región de San José de Chiquitos*. San José de Chiquitos: PRODESA AIP/GTZ
- 2001 *Tierra, territorio y territorialidad indígena: un estudio antropológico sobre la evolución en las formas de ocupación del espacio del pueblo indígena chiquitano de la ex-reducción jesuita de San José*. Santa Cruz de la Sierra: Apoyo para el Campesino-Indígena del Oriente Boliviano.

Bailey, Gauvin A.

- 1999 *Art on the Jesuit missions in Asia and Latin America, 1542-1773*. Toronto: University of Toronto Press.
- 2003 *Between Renaissance and Baroque Jesuit art in Rome, 1565-1610*. Toronto University of Toronto Press Abingdon Marston
- 2005 *Art of colonial Latin America*. London-New York : Phaidon

Baptista Gumucio, Mariano

- 2003 *Las Misiones Jesuíticas de Moxos y Chiquitos*. Una utopía cristiana en el oriente boliviano. La Paz: Lewylibros.

Barnadas, Josep M.

- 1984 *Las Reducciones jesuíticas de Moxos*. [Bolivia : s.n.], 1984

Becker, Céline

- 2001 *Etude morpho mecanique des charpentes bois des halles et marches couverts, du XIV ème au XVI ème siecle*. Séminaire Forme, Construction, Patrimoine Anne 2000/2001. Lyon : Ecole d'Architecture de Lyon.

Benedetti, C.; Bacigalupi, V.

- 1991 *Legno Architettura: Il futuro della tradizione*. Roma: Kappa.

Berg Costa, Lorenzo

- 2007 *Restauración en Chiloé (Chile): la iglesia de Castro*. En: Apuntes, Vol. 20, Num. 1, pp 126-141. Bogotá : ICAC.

Binding, Gunther

- 1991 *Das Dachwerk : auf Kirchen im deutschen Sprachraum von Mittelalter bis zum 18 Jahrhundert*. Deutscher Kunstverlag
- 1993 *Mittelalterliches Kunsterleben nach Quellen des 11. bis 13. Jahrhunderts* ; herausgegeben von Günther Binding und Andreas Speer. Stuttgart-Bad Cannstatt : Frommann-Holzboog,
- 1993 *Baubetrieb im Mittelalter*. Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- 2002 *Planen und Bauen im frühen und hohen Mittelalter nach den Schriftquellen bis 1250* ; Günther Binding, Susanne Linscheid-Burdich ; in Zusammenarbeit mit Julia Wippermann. Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- 2004 *Medieval building techniques*. Stroud : Tempus.

Born, Ernest; Horn, Walter

- 1981 *French Market halls in timber. Medieval and postmedieval*. En: Bucellati, G. & Speroni, C. (Edit.). The shape of the past. Studies in Honor of Franklin D. Murphy. Los Angeles : Institute of Archaeology and Office of the Chancellor, University of California.

- 1962 Two Timbered Mediaeval Churches of Cheshire, England: St. James and St. Paul at Marton and St. Oswald at Lower Peover. The Art Bulletin, Vol. 44 No 4, pp. 263-278

Bontemps, Daniel

- 2002 *Charpentes de la région centre du XIIe au XIIIe siècle*. Cher, Eure-et-Loir, Indre, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Loiret. Paris : Editions du patrimoine

Bösl, Antonio Eduardo

- 1988 *Una joya en la selva boliviana. La restauración del templo colonial de Concepción*. Zarautz, Euskadi: Vicariato Apostólico de Nuflo de Chávez.

Buccellati, Giorgio; Speroni, Charles (ed.)

- 1981 The shape of the past. Studies in Honor of Franklin D. Murphy. Los Angeles : Institute of Archaeology and Office of the Chancellor, University of California.

Buschiazzo, Mario

- 1956 los capítulos XIII a XVIII. En: Historia del arte hispanoamericano. Angulo, D. [et al]. Salvat Editores, Barcelona.
- 1963 "La Arquitectura en madera de las Misiones del Paraguay, Chiquitos, Moxos y Maynas". En *Latin American art and the Baroque Period in Europe*, vol. III. Princeton. pp 173 -190
- 1972 *Arquitectura en las Misiones de Moxos y Chiquitos*. La Paz : Universidad Mayor de San Andrés.

Busaniche, Hernán

- 1955 La arquitectura en las misiones jesuíticas guaraníes. Santa Fe: Castellví.

Blanchet L.

- 1996 *A new approach developed for in situ evaluation of historic timber structures in Canada*. The Forest Product Society Annual Meeting 1996 – Wood engineering Division - historic preservation working group. Minneapolis, USA.

Brabo, Francisco Javier

- 1872 *Inventarios de los bienes hallados a la expulsión de los Jesuitas y ocupación de sus Temporalidades por Decreto de Carlos III*. Madrid : Imprenta y Estereotipia de M. Rivadeneyra.
- 1879 Noticias sobre su Oriente y países limítrofes. Conveniencias de su viabilidad y colonización. Buenos Aires.

Brockmann – Jerosch, H

- 1933 La Maison Paysanne Suisse. Ses origines, sa construction – ses types. Neuchatel : Editions Baconniere

Brunskill, R. W.

- 1987 Vernacular Architecture. London: Faber an Faber
- 1994 Timber Building in Britain. 2do. Ed. Londres : Victor Gollancz.

Calama R. Jose Maria; Cañas P. Cecilia

- 2005 El Asiento de las Armaduras de Cubierta del Palacio de Pedro I en Sevilla. Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Num. 4. Cádiz, España. Efca S. A. 2005. Pag. 171-183

Candelas G., Ángel L.

- 1998 La carpintería de armar en los tratados Europeos de los siglos XVI y XVII. En: Bores Fernando (coord.) Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la construcción. A Coruña :

- 2000 Bóvedas de Carpintería: ¿Se Pueden Construir Según Describen los Tratados?. En: Graciano Amparo (coord.). *Actas del tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Sevilla : Universidad de Sevilla, Cehopu. 2000.
- 2001 La carpintería de armar medieval. En: Graciano A. (editor): *La técnica de la arquitectura medieval*. Sevilla : Universidad de Sevilla. 2001 : 271-295
- 2005 "Funcionamiento estructural de las armaduras de par y nudillo". En: Huerta Santiago (coord.). *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción* . Vol. 1. Cádiz : Instituto Juan de Herrera.
- 2005 El peinazo: un modesto compendio de relaciones geométricas. En: Huerta Santiago (coord.). *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción* . Vol. 1. Cádiz : Instituto Juan de Herrera.

Carbonell de Masy, Rafael

- 1992 *Estrategias de desarrollo rural en los pueblos guaraníes, 1609-1767* ; con las colaboraciones indicadas de los Dres. Teresa Blumers y Ernesto A.J. Maeder. Barcelona : Antoni Bosch
- 2003 *La Reducción jesuítica de Santos Cosme y Damián : su historia, su economía y su arquitectura : 1633-1797* ; Rafael Carbonell, Teresa Blumers, Norberto Levinton. [Asunción] : Fundación Paracuaria, edición de la Missionsprokur de la Compañía de Jesús de Nürnberg.

Cardiel, José

- 1900 Declaración de la verdad. Contra un libelo infamatorio impreso en portugués contra los PP. Jesuitas Misioneros del Paraguay y Maraón. Buenos Aires: Imprenta de Juan A. Alsina [1758]
- 1989 Las Misiones del Paraguay. Edición de Héctor Sáinz Ollero. Madrid: Información y Revistas

Cassinello, F

- 1973 Construcción, Carpintería. Madrid: Editorial Rueda.

Castelnau, Francis

- 1861 *Viaje a los países centrales de la América del Sur*. Madrid : Imprenta y Librería de Gaspar y Roig editores.

CEDODAL

- 2004 Historiografía Iberoamericana. Arte y Arquitectura (XVI-XVIII). Buenos Aires: Fundación Carolina/Cedodal.

Cieza de León Pedro

- 1953 The Incas. Norman: University of Oklahoma Press

Cisneros, Jaime; Richter, Hugo

- 1998 *Misiones Jesuíticas*. 2ª ed. La Paz : Industrias offset color

CRMH (Centre de Recherches sur Les Monuments Historiques)

- 1983 Charpentes de halles et de granges Vol. 1. XV et XVI. Paris: Centre de recherches sur les Monuments Historiques. Paris: Secrétariat d'Etat à la Culture. Direction de l'Architecture.

Crossley, F. H.

- 1951 *Timber building in England from early times to the end of the seventeenth century*. London (etc.) B. T. Batsford Ltd.

D'Orbigny, Alcides

- 1945 *Viaje a la América Meridional*. Buenos Aires : Ediciones Futuro.

- Nueva edición relativa a la región cruceña: Viaje por tierras cruceñas; selección y estudio introductorio de Alcides Parejas Moreno. (Santa Cruz de la Sierra 1999)
- 1972 Voyage dans l'Amérique Méridionale : Le Brésil, la République orientale de l'Uruguay, La République Argentine, La Patagonie, La République du Chili, La République de Bolivie, La République du Pérou ... / Lochem : Antiquariaat Junk

Demotz, René

- 1969 Charpentier d'aujourd'hui. Technologie des charpentes en bois traité de leur calcul et de leur mise en oeuvre. Genève: Demotz R.

Depeyre, Bruno y Henri

- 1979 Halles du XVIe. Méreville. En: Bulletin No 5. Société Historique et Archéologique du Canton de Méreville. Méreville : Société Historique et Archéologique du Canton de Méreville.

Duviols, Jean-Paul

- 1991 *Tentación de la utopía: las misiones jesuíticas del Paraguay*. Prólogo de Augusto Roa Bastos ; introducción y edición de Jean-Paul Duviols y Rubén Bareiro Saguier- Barcelona: Tusquets : Círculo de Lectores.

Eder, Francisco Javier

- 1985 Breve descripción de las reducciones de Moxos. Cochabamba: Historia Boliviana

Eguía Ruiz, Constancio

- 1953 *España y sus misioneros en los países del Plata*. Madrid: Ediciones Cultura Hispánica

Epaul, Frédéric

- 2007 De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie. Caen: Publications du CRAHM

Esquieu, Yves; Pesez, Jean-Marie

- 1998 Cent maisons médiévales en France : (du XIIe au milieu du XVIe siècle) : un corpus et une esquisse ; Paris: CNRS

Escrig Pallarés, Félix.

- 2002 *Las grandes estructuras del Renacimiento y el Barroco*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Instituto de Publicaciones .Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción.

Fawcett, P. H.

- 1915 Bolivian Exploration 1913-1914. En *The Geographical Journal*. Vol. 43. N.3. Pp 219-225

Fellner, Stefan

- 1993 *Numerus sonorus, Musikalische Proportionen und Zahlenästhetik in der Architektur der Jesuitenmissionen Paraguays, am Beispiel der Chiquitos-Kirchen des P. Martin Schmid (1694-1772)*. Tesis Doctoral : Universidad Técnica de Berlín, Departamento 8 de Arquitectura
- 1995a "Ya que entiendo la música. Principios Musicales en la arquitectura de Martin Schmid". En Kuhne (ed.) 1995 :75-88
- 1995b Numerus Sonorus. Proporcionalidad musical en la arquitectura de Chiquitos. En: Querejazu (ed.) 1995:527-556

Fernández Cabo, Miguel Carlos

- 1996 *De los orígenes y desarrollo de las armaduras de cubierta latinas*. Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid: I. Juan de Herrera, CEHOPU

Fernández, Juan Patricio

- 1895 Relación historial de las misiones de indios Chiquitos que en el Paraguay tienen los padres de la Compañía de Jesús [1726]. Vol. I-II. Madrid: Librería de Victoriano Suárez.
- 1996 Relación historial de las misiones de indios Chiquitos que en el Paraguay tienen los padres de la Compañía de Jesús [1726]. Jujuy: Centro de Estudios Indígenas y Coloniales, Biblioteca de Historia y Antropología No. 2.

Fischer, Rainald

- 1988 *P. Martin Schmid SJ. 1694-1772. Seine Briefe und sein Wirken*, Verlag Kalt-Zehnder-Druck, Zug.

Fischermann, Bernardo

- 1993 "Viviendo con los Pai. Las experiencias ayoréode con los jesuitas." En: Ruiz, Juan Carlos (editor): *Las misiones de ayer para los días de mañana*, Santa Cruz : Editora El País, Campero. 1993:127-139.
- 1995 "Camba-Paico: La Chiquitanía en la época republicana" En: Pedro Querejazu (editor), *Las Misiones Jesuíticas de Chiquitos*, La Paz : Fundación BHN. 1995:387-393.
- 1996 "Viviedo con los Pai: Las experiencias ayoréode con los jesuitas." – "Campesino e indígena: La cultura chiquitana actual." En: Eckart Kühne (editor), *Las Misiones Jesuíticas de Bolivia, Martin Schmid 1694-1772*. Santa Cruz : Pro Helvetia . 1996:47-54, 103-110.
- 2000 "Los pueblos indígenas." En: Alcides Parejas (editor). *Santa Cruz, tiempo y espacio*. Santa Cruz : CRE. 2000:25-38.

Freyer, Barbel

- 2000 *Los Chiquitanos*. Descripción de un pueblo de las tierras bajas orientales de Bolivia según fuentes jesuíticas del siglo XVIII. Santa Cruz : Jurgen Riester - APCOB

Froidevaux, Y.M.

- 1986 *Technique de l'Architecture ancienne, construction et restauration*. Liege: Ed. Pierre Mordaga

Furlong, Guillermo

- 1946 *Arquitectos argentinos durante la dominación hispánica*. Prólogo de Mario J. Buschiazso. Cultura Colonial Argentina IV. Buenos Aires : Editorial Huarpes.
- 1953 *José Cardiel, S.J., y su Carta-Relación de 1747*. Buenos Aires: Escritores Coloniales Rioplatenses II. Librería del Plata S.R.L.
- 1964 *Cartografía histórica Argentina : mapas, planos y diseños que se conservan en el Archivo General de la Nación*. Buenos Aires : Ministerio del Interior.

FAO-PAFBOL

- 1998 *Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia*. La Paz: FAO

Garay, Blas

- 1996 *El Comunismo de las misiones*. Asunción: El Lector

García Alvarez, Santos

- 2000 "La construcción de la vivienda tradicional en el Paraguay. La técnica del estaqueo". En Huerta et al [Ed.]. *Actas del 3er Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Sevilla: Instituto Juan de Herrera pp.343-346

García Gutiérrez, Fernando (coordinador)

- 2004 *El Arte de la Compañía de Jesús en Andalucía (1554-2004)*. Córdoba : Publicaciones Obra Social y Cultural Cajasur.

García Grinda, José Luis

- 2007 "La Arquitectura Popular en la Alcarria Conquense". Cuenca: CEDER Alcarria Conquense, Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla-La Mancha

García Recio, José María

- 1988 *Los jesuitas en Santa Cruz de la Sierra hasta los inicios de las reducciones de Moxos y Chiquitos. Posibilidades y limitaciones de la tarea misional.* En: Quinto Centenario 14. Madrid, pp.73-92
- 1988 Análisis de una sociedad de frontera. Santa Cruz de la Sierra en los siglos XVI y XVII. Sevilla : Publicaciones de la Excma. Diputación Provincial de Sevilla, Sección Historia

Gasparini, G.; Morgolies, L.

- 1980 Inca Architecture. Bloomington, IN: University of Indiana Press

Gasparini, Graziano

- 1962 La casa colonial venezolana. Caracas: UCV
- 1964 *Los techos con armadura de pares y nudillo en las construcciones coloniales venezolanas.* En: Boletín UCV. N1, pp. 97-112. Centro de investigaciones históricas y estéticas.
- 1997 Arquitectura colonial iberoamericana. Caracas: Armitano Editores

Gerner, Manfred

- 1995 Ensamblages des ossatures et charpentes en bois. Paris : Ed. Enrolles.

Giovanoli, Diego

- 2004 Alpschermen und Maiensässe in Graubünden. Bern: Haupt

Gisbert, Teresa

- 1980 *Iconografía y Mitos Indígenas en el Arte.* La Paz : Editorial Gisbert y Cia.
- 1988 "Las misiones jesuíticas de Moxos y Chiquitos". En *Historia de la vivienda y los asentamientos humanos en Bolivia.* La Paz : Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Academia Nacional de Ciencias de Bolivia, pp. 223-229.

Gomez Sanchez, María Isabel

- 2006 *Las estructuras de madera en los tratados de arquitectura (1500-1810).* Madrid: AITIM

González Mora, Felipe

- 2007 *Arquitectura del templo misionero en las reducciones jesuíticas del Casanare, meta y orino, siglos XVII-XVIII.* Estudio de interpretación espacial basado en fuentes documentales primarias y publicadas. En: *Apuntes*, Vol. 20, Num. 1, pp 34-49. Bogotá : ICAC.

Graciano, Amparo (Ed.)

- 2001 La técnica de la Arquitectura Medieval. Sevilla : Universidad de Sevilla

Graubner Wolfram

- 1991 *Ensamblages en madera.* Soluciones japonesas y europeas. Barcelona : Ediciones CEAC

Guamán Poma de Ayala, Felipe.

- 1980 Nueva Crónica y Buen Gobierno. Caracas: Biblioteca Ayacucho.

Guidoni, Enrico

- 1982 Historia de la arquitectura: arquitectura primitiva. Buenos Aires: Viscontea.

Gutdeutsch, G.

1996 *Building in wood construction and details*. Basel (etc.): Birkhäuser.

Gutiérrez da Costa, Ramón

- 1972 *Referencias históricas y tipologías sobre las iglesias jesuíticas en el Paraguay*. En Seminario Internacional UNESCO. Asunción.
- 1978 *La evangelización a través de la Arquitectura y el Arte en las Misiones Jesuíticas de Guaraníes*. En *Evangelización en el Paraguay*. Asunción.
- 1979 *La arquitectura maderera en el Paraguay*. Summarios (Buenos Aires) No 38
- 1982 *Para una nueva metodología de análisis del barroco americano*. En *Actas del simposio sobre Barroco en América*. Instituto Italo-latinoamericano. Roma
- 1983 *Arquitectura y urbanismo en Iberoamérica*. Madrid: Cátedra
- 1987 *Las Misiones de Jesuíticas de los Guaraníes*. Rio de Janeiro: UNESCO
- 1987 La evangelización a través de la arquitectura y el arte en las misiones jesuíticas de los guaraníes. En: Teología. Revista de la facultad de teología de la pontificia Universidad Católica Argentina. Año 1987. No 50 pp. 165-174
- 1993 *Pueblos de indios otro urbanismo en la región andina*. Quito : Abya-Yala.
- 1995 *Territorio, urbanismo y arquitectura en Moxos y Chiquitos*. En: Querejazu, P.(Ed). 1995: 303-402
- 1997 *Barroco iberoamericano de los Andes a las Pampas*. Barcelona [etc.] : Lunweg
- 2000 *La Otra arquitectura ciudad, vivienda y patrimonio*. Barcelona : Lunweg.
- 2007 Las misiones circulares de los jesuitas en Chiloé. Apuntes para una historia singular de la evangelización. En: *Apuntes*, Vol. 20, Num. 1, pp 50-69. Bogotá : ICAC.

Gutiérrez Viñuales, Rodrigo; Chaves González, Manuel

1995 *El Mudéjar Iberoamericano: Del Islam Al Nuevo Mundo*. Granada: El legado Andalusi

Hansen, Hans Jurgen (edit)

1971 *Architecture in Wood*. London : Faber and Faber Limited.

Hardoy, Jorge Enrique

1999 *Ciudades Precolombinas*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.

Hayward, C.

1988 *Uniones y ensambles de la madera*. 3ª ed Barcelona CEAC.

Haubert, Maxime

1991 *La Vida cotidiana de los indios y jesuitas en las misiones del Paraguay*. [traducción: Flor Herrero]. Madrid : Temas de Hoy.

Hoffmann, Werner

- 1979 *Las misiones jesuíticas entre los chiquitanos*. Buenos Aires: Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- 1981 *Vida y obra de P. Martín Schmid SJ 1694-1771. Misionero suizo entre los chiquitanos. Músico, artesano, arquitecto y escultor*. Buenos Aires : Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Hoffsummer, Patrick (Dir. Cient.); Mayer, Jannie (Coord.)

2002 *Les Charpentiers du Xle au XIXe siècle. Typologie et evolution en France du Nord et en Belgique*. Paris: Editions du patrimoine.

Hodara, Jean José

- 2005 *En Architectures protohistoriques en Europe occidentale du Néolithique final à l'âge du Fer*. Comité des travaux historiques et scientifiques – CTHS. Pag. 65-75

Horat, Heinz

- 1988 *L'Architecture religieuse*. Disentis: Disertina

Horn, Walter; Born, Ernest

- 1958 On the Origins of the Mediaeval Bay Systems. The Journal of the Society of Architectural Historians. Vol. 17, No 2, pp. 2-23
1962 Two Timbered Mediaeval Churches of Cheshire, England: St. James and St. Paul at Marton and St. Oswald at Lower Peover. The Art Bulletin, Vol. 44 No 4, pp. 263-278
1981 French Market halls in timber. Medieval and postmedieval. En: Bucellati, G. & Speroni, C. (Edit.). The shape of the past. Studies in Honor of Franklin D. Murphy. Los Angeles : Institute of Archaeology and Office of the Chancellor, University of California.

Huerta Fernández, Santiago;[et al] (Ed.)

- 1996 *Actas del 1er Congreso Nacional de Historia de la construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
1998 *Actas del 2do Congreso Nacional de Historia de la construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Jackson, Albert

- 1998 *Clases de maderas*. Barcelona: CEAC

Jiménez Peris, Francisco Javier

- 1999 *La Madera: Propiedades básicas*. Madrid: GET.

Jones, S. R.; Smith J. T.

- 1960 The Great Hall of the Bishop's Palace at Hereford. Medieval Archeology, 4 , 68-80.

Kelemen, Pal

- 1951 *Baroque and Rococo in Latin América*. New York: Dover Publications Inc.

Kirk, Malcom

- 1994 *Silent Spaces: The Last of the Great Aisled Barns*. Londres: Little, Brown & Company

Krekeler, Birgit

- 1992 *Historia de los Chiquitanos*. Santa Cruz : Jurgen Riester

Kubler, George

- 1985 *Studies in ancient American and European art: the collected essays of George Kubler* ; edited by Thomas F. Reese. New Haven, Conn. [etc.] : Yale University Press.
1986 *Arte y arquitectura en la América precolonial : los pueblos mexicanos, mayas y andinos*. [traducción de María Luisa Rodríguez Tapia]. Madrid : Cátedra.

Kühne, Eckart

- 1995 *Semana Santa y fiesta patronales en San José de Chiquitos*. En: Querejazu (Ed.). 1995: 557-564.
1996 (editor) Las Misiones Jesuíticas de Bolivia. Martin Schmid 1694-1772. Misionero, músico y arquitecto entre los Chiquitanos. Exposición con motivo de la Cumbre de las Américas, Pro Helvetia, Santa Cruz
2008 *Die Missionskirchen von Chiquitos im Tiefland von Bolivien: Bau und Restaurierung der Kirchen von Martin Schmid (1694-*

1772).Tesis doctoral: Instituto Tecnológico Federal de Zurich (ETHZ)

Lee, Vincent R

1992 Investigations in Bolivia. Wilson, Wyoming: Sixpac Publications

Le Muet, Pierre. (1623)

1981 *Maniere de bien bastir pour toutes sortes de personnes*. Clamecy. Pandora Editions.

Levinton, Norberto

1988 *La arquitectura del pueblo de San Juan Bautista: tipología y regionalismo*. Buenos Aires: Faro Editorial, 1998.

Limpías Ortíz, Victor Hugo

2007 Misión de Moxos. En: *Apuntes*, Vol. 20, Num. 1, pp 70-91. Bogotá: ICAC.

López de Arenas, Diego

1633 *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y tratado de alarifes*. Edición anotada y estudio preliminar de María Ángeles Toajas Roger. 1997. Madrid: Visor Libros.

Lozano A., G.

1995 *Técnicas de intervención en el patrimonio arquitectónico*. 3ª ed La Redonda, Gijón: Consultores Técnicos de Construcción DL 1995

Lugones, Leopoldo

1987 El Imperio jesuítico. Barcelona: Orbis DL .

MacLean Stearman, Allyn

1984 The Yuquí Connection: Another Look at Sirionó Deculturation. *American Anthropologist*, New Series, Vol. 86, No 3, pp 630-650

Maeder, Ernesto J.A.

1990 *Cartas anuas de la Provincia jesuítica del Paraguay, 1632 a 1634* Buenos Aires: Academia Nacional de la Historia

Mayer, Jannie (Coord.); Hoffsummer, Patrick (Dir. Cient.);

2002 Les Charpentiers du Xle au XIXe siècle. Typologie et evolution en France du Nord et en Belgique. Paris: Editions du patrimoine.

Mateos, Francisco

1946/1949 Historia de la Compañía de Jesús en la Provincia del Paraguay (Argentina, Paraguay, Uruguay, Perú, Bolivia y Brasil), según los documentos originales del Archivo General de Indias. En: *España Misionera*. vol. VI-VIII/2. Madrid.

1954 (ed.) *Historia general de la Compañía de Jesús en la Provincia del Perú. Crónica anónima de 1600 que trata del establecimiento de la Compañía de Jesús en los países de habla española en la América Meridional*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

McNaspy, Clement

1981 Pueblos de guaraníes en las selvas Río-platenses una visita a las ruinas jesuíticas. Asunción: Ediciones Loyola

1987 Una Visita a las ruinas jesuíticas. Asunción, Paraguay Centro de Estudios Paraguayos "Antonio Guasch" (C.E.P.A.G.)

1988 Las Ciudades perdidas del Paraguay : arte y arquitectura de las reducciones jesuíticas : 1607-1767. Bilbao : Universidad de Deusto: Ediciones Mensajero, DL

Melià, Bartomeu

- 1988 *El Guaraní conquistado y reducido : ensayos de etnohistoria*. Asunción : Centro de Estudios Antropológicos. Universidad Católica.
- 1990 Una nación, dos culturas. Asunción : RP Ediciones : CEPAG
- 1991 El guaraní experiencia religiosa Bartomeu Melià. Asunción, Paraguay : CEADUC: CEPAG.
- 2002 (editor) *Historia inacabada futuro incierto. VIII Jornadas Internacionales sobre las Misiones Jesuíticas*. Asunción: Centro de Estudios Paraguayos "Antonio Guasch".

Meier Johannes

- 1995 Cristianismo y mundo colonial : tres estudios acerca de la evangelización de Hispanoamérica. Münster : Aschendorff

Mesa José de, Gisbert Teresa

- 1978 *Monumentos de Bolivia*. La Paz : Editorial Gisbert y Cia.
- 1982 Restauración de la Iglesia de Concepción de Chiquitos. En Presencia (La Paz):15-8-1982.

Mercer, Henry C.

- 2000 *Ancient Carpenter's Tools. Illustrated and Explained, Together with the implements of the Lumberman, Joiner and Cabinet-Maker in Use in the Eighteenth Century*. New York : Dover Publications Inc.

Millé, Andrés

- 1968 *Derrotero de la Compañía de Jesús en la conquista del Perú, Tucumán y Paraguay y sus iglesias del antiguo Buenos Aires, 1567-1768*. Buenos Aires: Emecé

Milobedzki, Adam

- 1989 Arquitectura en madera: Tecnología, contenido simbólico, arte. En *Artibus e Historiae*, Vol. 10, No 19, pp. 177-206.

Montecinos B., Hernan

- 1976 Arquitectura de Chiloé. Monografía de facultad de arquitectura y urbanismo. Universidad de Chile

Moore, Jerry D.

- 1996 *The archeology of plazas and the Proxemics of Ritual. Three Andean Tradition*. En: *American Anthropologist* 98 (4). pp. 789-802

Morales Folguera, José Miguel

- 2001 *La Construcción de la utopía el proyecto de Felipe II, 1556-1598, para Hispanoamérica* prólogo de Ramón Gutiérrez. Madrid: Biblioteca Nueva Málaga : Universidad de Málaga

Morner, Magnus

- 1968 *Actividades políticas y económicas de los jesuitas en el Río de la Plata*. Buenos Aires : Ed. Paidós.

Morris, Craig; Thompson, Donald E.

- 1985 Huánuco Pampa: an Inca City and its Hinterland. London: Thames and Hudson Ltd.

Moser, Bryan; Tayler, Donald

- 1963 Tribes of the Piraparaná. En *The Geographical Journal*, Vol. 129, No 4, pp. 437-449

Negro Tua, Sandra

- 2000 (Coord.) *Un reino en la frontera: las misiones jesuitas en la América colonial*. Quito: PUCP/Abya Ayala

- 2007 *Destierro, desconsuelo y nostalgia en la crónica del P. Manuel Uriarte, Misionero de Maynas (1750-1767)*. En: *Apuntes*, Vol. 20, Num. 1, pp 92-107. Bogotá: ICAC

Nordenskiöld, Erland

- 2001 Exploraciones y aventuras en Sudamérica. La Paz: APCOB
2002 Vida de los Indios. El Gran Chaco (Sudamérica). La Paz: APCOB

Noel, Michel; Bocquet, Aime.

- 1987 *Les Hommes et le Bois*. Histoire et technologie du bois de la préhistoire à nos jours. Francia: Hachette.

Nuere Matauco, Enrique.

- 1990 La carpintería de lazo. Lectura dibujada del manuscrito de Fray Andrés de San Miguel. Málaga: Colegio de Arquitectos de Málaga.
2000 *La carpintería de armar española*. Madrid: Instituto Español de arquitectura. Universidad de Alcalá.

Oliveira de Oliveira, Marilda

- 1993 *El Barroco misionero y el proyecto utópico (jesuítico) como experimento social entre guaraníes en el siglo XVII y XVIII*. Director: Joan-Ramon Triadó Tur. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona. Departament d'Història de l'Art. 1993

Oliver, Paul

- 1997 *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Cambridge: Cambridge University Press.

Parejas Moreno, Alcides

- 1979 *Historia del Oriente Boliviano. Siglos XVI y XVII*. Santa Cruz : Universidad Gabriel René Moreno
1987 Los pueblos indígenas del Oriente Boliviano en la época de su contacto con los españoles. Publicaciones selectas de 'El Mundo' y Banco de la Unión. Santa Cruz. (Separata, # 04)
1995 *La Historia y los protagonistas*. En: Querejazu, P. (Ed.). 1995: 251-302
1996a "La evangelización en América: los misioneros (caso de Chiquitos)." En: Anuario de la Academia Boliviana de Historia Eclesiástica, n°2, Sucre: 139-143.
1996b "Fuentes para la historia eclesiástica del Oriente Boliviano." En: Anuario de la Academia Boliviana de Historia Eclesiástica, n°2, Sucre: 223-226.
1996c "Las Misiones Jesuíticas de Chiquitos." En: Monuments and Sites, Bolivia, ICOMOS: 103-118. (Copia, # 04)
2000 "La influencia centroeuropeo en Chiquitos." En: El Deber, Santa Cruz, 24.9.2000.
2000 (ed.) Santa Cruz, tiempo y espacio. Santa Cruz: CRE.
2003 "La acción de la iglesia y la cultura americana." En: Boletín de la Sociedad de Estudios Geográficos e Históricas, n°56, Santa Cruz: 52-72.
2004a *Chiquitos: un paseo por su historia*. Santa Cruz: APAC
2004b "Desde Moxos y Chiquitos para el mundo." En: Revista Cultural, Fundación Cultural del Banco Central de Bolivia, año VIII, n°27, La Paz: 7-10.

Parejas Moreno Alcides, Suárez Salas, Virgilio

- 1992 *Chiquitos, historia de una utopía*. Santa Cruz: Imprenta Sirena.

Peramàs, Josep Manuel

- 1793 *Josephi Emmanuelis Peramas De vita et moribus tredecim virorum Paraguaycorum Faventiae [Faenza] : ex typographia Archii*.

Pesez, Jean-Marie; Esquieu, Yves

1998 Cent maisons médiévales en France : (du XIIe au milieu du XVIe siècle) : un corpus et une esquisse ; Paris : CNRS

Plá, Josefina

1970 *Templo de Yaguarón*. Asunción: Editorial del Centenario srl.

Prestamo, F. (et al)

1984 *Architecture and Urban design in Bolivia. Concepción and San Javier*. Miami: University of Miami.

Prümers, Heiko

2009 <http://www.dainst.de/index.php?id=7193&sessionLanguage=es>

Querejazu, Pedro

1995 (ed) *Las Misiones Jesuíticas de Chiquitos*. La Paz: Fundación BHN.

2000 "Santa Cruz de la Sierra, una ciudad que crea." En: Alcides Parejas (editor), *Santa Cruz, tiempo y espacio*. Santa Cruz :CRE. 2000:89-106.

Plattner, Felix

1944 *El viajante de Dios. La vida y aventura del jesuita suizo Padre Martín Schmid des Bahr (1694-1772)*. Lucerna : Ed. Raber y Cía.

1960 *Deutsche Meister des Barok in Sudamerika im 17. ud 18. Jahrhundert*. Friburgo: Ed. Herder.

René-Moreno, Gabriel

1973 *Catalogo del Archivo de Moxos y Chiquitos*. Santa Cruz : Universidad Gabriel René Moreno.

Ribeiro, Darcy; [et al]

1992 La Fundación de Brasil. Caracas: Biblioteca Ayacucho

Riester, Jürgen

1986 Zubaca : La Chiquitania. Visión Antropológica de una región en desarrollo. Cochabamba : Los Amigos del Libro.

Riester, Jürgen; Webber, Jutta

1986 Zubaca: La Chiquitania. Visión Antropológica de una región en desarrollo. Cochabamba : Los Amigos del Libro.

1998 *Nómadas de las llanuras - Nómadas del asfalto*. Autobiografía del pueblo Ayoreo. Santa Cruz: APCOB

Roth, Hans

1989 *Migajas para un Catálogo de los Monumentos Históricos de Chiquitos*. Ponencia para el IX Congreso Nacional de Arquitectos. Santa Cruz.

1995 *Urbanismo y arquitectura en Chiquitos desde los testimonios materiales*. En: Querejazu, P. (Ed.). 1995: 463-526

Ruiz de Montoya, Antonio, 1585-1652

1996 La Conquista espiritual del Paraguay : hecha por los religiosos de la Compañía de Jesús en la [sic] provincias de Paraguay, Parana, Uruguay y Tape. Estudio preliminar y notas Ernesto J.A. Maeder. Asunción: El Lector

Ruiz, Juan Carlos

1993 (ed.) *Las Misiones del ayer para los días del mañana*. Santa Cruz: Editora El País, Campero.

Saavedra Bruno, Sofía

- 2000 *Urbanismo y Arquitectura en Chiquitos*. Aplicación pragmática de principios europeos a las misiones jesuíticas de América del Sur. La Paz: Santillana S.A.

Saint Jean Vitus, Benjamín; Seiller, Maurice

- 1998 La construction de bois. En: Esquieu, Y; Pesez, J. M. Cent maisons médiévales en France: (du XIIe au milieu du XVIe siècle) : un corpus et une esquisse ; Paris : CNRS. Pag. 69-85

Sanabria Fernández, Hernando

- 1973 Breve historia de Santa Cruz. La Paz: Editorial Juventud

Scholfield, P.H.

- 1971 *Teoría de la proporción en arquitectura*. Barcelona: Editorial Labor, S.A.

Seiller, Maurice; Saint Jean Vitus, Benjamín

- 1998 La construction de bois. En: Esquieu, Y; Pesez, J. M. Cent maisons médiévales en France: (du XIIe au milieu du XVIe siècle) : un corpus et une esquisse ; Paris : CNRS. Pag. 69-85

Serventi, María Cristina

- 2002 “Tradición e innovación en la arquitectura de las primeras iglesias de las Misiones Jesuíticas de Guaraníes”. En Melià (ed.) 2002. *Historia inacabada futuro incierto*. pp 265-293.

Sierra, Vicente

- 1944 *Los Jesuitas Germanos en la conquista espiritual de Hispanoamérica*. Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras.

Solá, Miguel

- 1926 *Arquitectura colonial de Salta*- Buenos Aires: ABC

Speroni, Charles; Buccellati, Giorgio (ed.)

- 1981 The shape of the past. Studies in Honor of Franklin D. Murphy. Los Angeles : Institute of Archaeology and Office of the Chancellor, University of California.

Squier, George

- 1973 Perú: Incidents of Travel and Exploration in the Land of the Incas. New York: AMS Press, Inc.

Suárez, Virgilio; Ibáñez, Aquino

- 1978 *Misiones Jesuíticas: experiencias de un estudio urbano arquitectónico*. Santa Cruz: Universidad Gabriel Rene Moreno
1995 *Chiquitos, una utopía construida*. En: Querejazu, P. (ed.). 1995: 403-462.

Tampone, Gennaro

- 1989 *Il restauro del legno*. Firenze: ed. Cardini vol. 1
1996 *Il Restauro delle strutture di legno*. Il legname da costruzione – Le strutture lignee e il loro studio – Restauro Tecniche di esecuzione del restauro. Milano : Editore Ulrico Hoepli S.p.A.

Tejeira Davis, Eduardo

- 1997 *La arquitectura colonial en Panamá*. En: Gasparini, G. (ed.), *Arquitectura colonial iberoamericana*. Caracas: Armitano Editores

Tomichá Charupa, Roberto

- 2002 *La primera evangelización en las reducciones de Chiquitos, Bolivia (1691-1767)*. Protagonistas y metodología misional. Cochabamba : Editorial Verbo Divino.

Toussaint, Manuel

1946 Arte mudéjar en América. México D.F.: Editorial Porrúa, S.A.

Valeriani, Simona

2005 Monaci, dardi e colonnelli. Genesi e caratteristiche delle capriate italiane” En: *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*: Cádiz, 27-29 de enero de 2005 / coord. por Santiago Huerta Fernández, Vol. 2, 2005,pags. 1039-1049

Valdés Bunster, Gustavo

1985 El Poder económico de los jesuitas en Chile : 1593-1767. Santiago: Impr. Pucará

Vaudry, Juan B.

1933 Estudio sobre la fundación y la ubicación de San Ignacio de Zamucos. La Paz: Impr. Arnó Hnos.

Viñuales, Graciela María

2007 *Misiones jesuíticas de Guaranís* (Argentina, Paraguay, Brasil). En: *Apuntes*, Vol. 20, Num. 1, pp 108-125. Bogotá: ICAC.

Vázquez-Machicado, Humberto

1988 *Santa Cruz de la Sierra en los siglos XVI y XVII*. En: *Obras completas de Humberto Vázquez Machicado y José Vázquez Machicado*. La Paz: Ediciones Don Bosco.

Vázquez-Machicado, José

1989 Catálogo descriptivo del material del Archivo de Indias referente a la historia de Bolivia (Sevilla 1933). La Paz: Instituto Boliviano de Cultura

Werner, Paul

2000 Das Bundwerk in Bayern: die schonste Zimmermannskunst der bauerlichen Baukultur. Plenk: Berchstesgaden.

Yeomans, David T.

1992 The Trussed Roof: its history and development. Hants: Scolar Press.

A N E X O S

Lista de carpetas en anexo de CD

Análisis de estructuras de iglesias de Chiquitos

- 01. Resultados del cálculo estructural de la iglesia de Santa Ana
- 02. Resultados del cálculo estructural de la iglesia de San José
- 03. Resultados del cálculo estructural de la iglesia de Concepción

Análisis de estructuras de edificios con pilares de madera en Europa

- 04. Resultados del cálculo estructural de la iglesia de Meiringen
- 05. Resultados del cálculo estructural del mercado de Mereville
- 06. Resultados del cálculo estructural de la granja de Meslay